UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER
Année 1931 — N° 9

Recherches sur le Rayonnement ultra-violet en vue de ses applications en Biologie

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le 9 Mars 1931

par

LEFRANC Maurice
Ancien Externe des Hôpitaux
né le 1er Octobre 1905 à Oran (Oran)

MEMBRES DU JURY

M. CHASSEVANT, Professeur d'Hygiène, d'Hydrologie et de Climatologie ..... Président

M. PORTES, Professeur de Physique médicale.....
M. COURRIER, Professeur d'Histologie..... Juges
M. HERMAN, Agrégé (Physiologie) .....

ALGER
Imprimerie MINERVA
5, rue Clauzel,
1931

RECHERCHES

SUR LE

RAYONNEMENT ULTRA-VIOLET

EN VUE DE

SON APPLICATION EN BIOLOGIE

UNIVERSITÉ D'ALGER
FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE D'ALGER
Année 1931 — N° 9

Recherches sur le Rayonnement ultra-violet en vue de ses applications en Biologie

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le 9 Mars 1931

par

LEFRANC Maurice
Ancien Externe des Hôpitaux
né le 1er Octobre 1905 à Oran (Oran)

MEMBRES DU JURY

M. CHASSEVANT, Professeur d'Hygiène, d'Hydrologie et de Climatologie ..... **Président**

M. PORTES, Professeur de Physique médicale.....
M. COURRIER, Professeur d'Histologie..... **Juges**
M. HERMAN, Agrégé (Physiologie) .....

ALGER
Imprimerie MINERVA
5, rue Clauzel,
1931

UNIVERSITÉ D'ALGER

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Doyen	MM. LEBLANC (✻, ⚕, I. ✪).
Doyen Honoraire	HERAIL (✻, I. ✪).
Assesseur	GILLOT (I. ✪).

PROFESSEURS

Clinique ophtalmologique	CANGE (✻, I. ✪).
Clinique médicale et Hygiène infantile	GILLOT (I. ✪).
Clinique des maladies des pays chauds, des maladies syphilitiques et cutanées	RAYNAUD (✻, ⚕, I. ✪).
Clinique chirurgicale	COSTANTINI (✻, ⚕ I. ✪).
Clinique obstétricale et puériculture du 1er âge	LAFFONT (✻, ⚕, I. ✪).
Clinique chirurgicale infantile et d'orthopédie	LOMBARD (⚕, I. ✪).
Clinique médicale	AUBRY (✻, ⚕, I. ✪).
Histologie et embryologie	WEBER (✻, ⚕, I. ✪).
Anatomie pathologique	POUJOL (I. ✪).
Chimie biologique et médicale	MAILLARD (✻, I. ✪).
Hygiène, hydrologie et climatologie	CHASSEVANT (o. ✻, o. ◎, I. ✪
Physiologie	TOURNADE (O. ✻. ⚕. I. ✪
Pharmacie	MUSSO (I. ✪).
Médecine légale	GIRAUD (O. ✻, ⚕, I. ✪).
Anatomie	LEBLANC (✻, ⚕, I. ✪).
Microbiologie et cryptogamie	PINOY (✻, I. ✪).
Physique médicale	PORTES (✻, ⚕, I. ✪).
Anatomie médico-chirurgicale et médecine opératoire	CABANES (✻, ⚕, I. ✪).
Parasitologie et zoologie médicale	SENEVET (⚕, A. ✪).
Chimie minérale, pharmaceutique et toxicologie	WUNSCHENDORFF (I. ✪).
Botanique et matière médicale	FOURMENT (A. ✪).
Pathologie générale et pathologie médicale.	POROT (A. ✪).
Thérapeutique	LEBON (✻, ⚕, A. ✪)
Histologie (Professeur sans Chaire)	COURRIER (⚕).

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. ARGAUD (✻, I. ✪).	MM. HERAIL (✻, I. ✪).
VINCENT (✻, I. ✪).	SOULIE (✻, I. ✪).

CHARGÉS DE COURS

Enseignement théorique des élèves sages-femmes	MM. FUSTER (✻, ⚕, I. ✪).
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	ABOULKER (✻, ⚕).

AGRÉGÉS

Chirurgie	MM. DUBOUCHER (I. ✪).
	FERRARI (I. ✪).
	MOGGI (✻).
Médecine	N...
	N...
Physiologie	HERMANN (⚕, A. ✪).
Anatomie	RIBET (⚕, A. ✪).
Chimie médicale	N...
Obstétrique	HOUEL (✻, ⚕, A. ✪).
Histoire naturelle pharmaceutique	N...

NOTA. — La Faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opin émises dans les thèses ; ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs aut

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

A MA GRAND'MÈRE

A MA MÈRE

A MON PÈRE

En témoignage de ma fervente affection.

C'est à vous que je dois ce que je suis aujourd'hui. Vos bienfaits ont gravé dans mon cœur une éternelle reconnaissance.

A MA FEMME

Je suis heureux de lui dédier ce modeste travail, en remerciement de l'aide si précieuse apportée à sa rédaction.

A MES BEAUX-PARENTS

Hommage affectueux.

A Monsieur le Docteur FORGEOT

En gage d'affection.

A TOUS LES MIENS

A Monsieur le Docteur CURTILLET

Professeur de Clinique Chirurgicale Infantile
Doyen de la Faculté de Médecine
Chevalier de la Légion d'Honneur

Notre premier Maître en Chirurgie.

A Monsieur le Docteur ARDIN-DELTEIL

Professeur de Clinique Médicale
Doyen de la Faculté de Médecine
Chevalier de la Légion d'Honneur

Notre premier Maître en Médecine.

In Memoriam

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE DOCTEUR CHASSEVANT

Professeur d'Hygiène, d'Hydrologie et de Climatologie

Officier de la Légion d'Honneur

Qui, après nous avoir accueilli dans son laboratoire avec une extrême bienveillance, a bien voulu nous faire le grand honneur de présider cette thèse.

Nous le prions de trouver ici, la respectueuse assurance de notre profonde gratitude.

A mes Juges,

Monsieur le Docteur PORTES

Professeur de Physique médicale
Chevalier de la Légion d'Honneur
Décoré de la Croix de Guerre

Nous lui devons d'avoir pu mener à bien ce travail. Il nous a réconforté aux heures de découragement et ne nous a ménagé ni ses conseils ni son appui moral.

C'est une joie pour nous de l'assurer ici de notre respectueuse affection et de notre dévouement.

Monsieur le Docteur COURRIER

Professeur d'Histologie
Décoré de la Croix de Guerre

Qui a bien voulu nous initier aux travaux de son laboratoire et nous guider avec bonté, dans la partie histo-physiologique de notre travail.

Monsieur le Docteur HERMANN

Agrégé de Physiologie
Décoré de la Croix de Guerre

Sans son aide si dévouée, nous n'aurions pu réaliser nombre de nos expériences. Nous sommes heureux de lui adresser publiquement l'expression de nos respectueux remerciements, pour le temps et la peine qu'il ne nous a pas ménagés.

A mes Maîtres des Hôpitaux

A mes Maîtres de la Faculté

A Monsieur le Docteur MONTPELLIER

Chef des Travaux d'Anatomie Pathologique

En témoignage de notre dévouement.

A Monsieur le Docteur JARSAILLON

A Monsieur le Docteur MAURIN

Chirurgien de l'Hôpital Civil d'Oran

Qu'ils veuillent bien trouver ici l'hommage sincère de notre reconnaissance, pour la bienveillance qu'ils nous ont témoignée et les excellents conseils qu'ils n'ont cessé de nous donner, durant toutes nos études.

A Monsieur le Docteur CAMATTE

Médecin de l'Hôpital Civil d'Oran

A Monsieur le Docteur KEHL

Préparateur des Travaux d'Histologie à la Faculté de Médecine d'Alger

A MES AMIS

Je dédie cette Thèse.

INTRODUCTION

Les effets biologiques des radiations, agissant soit directement sur l'organisme humain, soit sur des organes en survie, ou encore sur des hormones, ont fait l'objet de nombreuses recherches au cours de ces dernières années-

Les résultats obtenus ont encouragé les chercheurs; l'actinothérapie a rapidement pris de l'extension, tandis que s'affirmait le rôle actif des médicaments irradiés.

Parmi les radiations utilisées, celles de la zone ultra-violette, occupent sensiblement la première place et les « soleils artificiels » jouent un rôle important dans la thérapeutique et l'hygiène.

Récemment, certains auteurs se sont élevés contre « l'irradiation en vase clos », expression qui s'applique au traitement pratiqué « dans une enceinte où l'aération est insuffisante, la température trop basse ou trop élevée. C'est exposer le sujet à des troubles: le coup de chaleur par exemple, ou à un certain degré d'intoxication *due aux gaz dégagés par les sources d'irradiation*, troubles particulièrement à craindre chez des enfants dont les

appareils de régulation et de défense, sont encore mal développés ou défaillants. » (Biancani).

Nous avons été surpris de constater que bon nombre de thérapeutes, bon nombre de chercheurs, semblent négliger, ou peut-être même méconnaître, le rôle que peut jouer l'atmosphère de la lampe à vapeur de mercure. C'est ainsi, que bien des protocoles expérimentaux, pour ne pas dire la plupart, sont dépourvus de renseignements concernant ce *milieu* susceptible de jouer un rôle important dans la genèse des phénomènes observés.

Nous avons pensé, en effet, que la lampe à vapeur de mercure pourrait avoir une action sensiblement différente, selon que le rayonnement agirait seul, ou dans une atmosphère créée ou seulement modifiée par lui.

En résumé, les résultats doivent varier suivant que l'on irradie à l'air libre ou en vase clos.

Nous avons essayé de discriminer par expérimentation, *ce qui revient au rayonnement et ce qui revient à l'action combinée du rayonnement et de l'atmosphère* qui entoure la lampe.

Dans un premier chapitre, nous étudierons rapidement les générateurs d'ultra-violet, le rayonnement et le milieu.

Dans le second chapitre, l'étude de la stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets, nous donnera l'occasion de montrer le pouvoir abioti-

que de la lumière ultra-violette, agissant seule, en dehors de toute atmosphère gazeuse.

Le troisième chapitre comprendra, ainsi que le quatrième, des expériences personnelles.

Nous avons, en effet, étudié l'action du rayonnement de la lampe à vapeur de mercure :

1° *sur la fonction cardiaque*, en reprenant les récentes expériences de CARDOT, CHEVALLIER et FAYE.

2° *sur l'activité physiologique de deux hormones:* la folliculine, et, l'adrénaline.

Nous avons essayé de différencier les actions complexes du rayonnement, en exposant nos réactifs, soit dans l'atmosphère de la lampe, soit en dehors de cette atmosphère.

CHAPITRE PREMIER

Propriétés des radiations lumineuses et des rayons ultra-violets en particulier

« *Sol maximum remediorum est* »
(Pline l'Ancien).

Nous avons pensé qu'il serait utile de placer en tête de ce travail, un résumé succint des propriétés physico-chimiques et biologiques des radiations, en nous attachant tout particulièrement à l'étude des rayons ultra-violets.

Vers 1725, Newton avait montré que la lumière blanche n'était pas monochromatique, mais la résultante de diverses radiations composantes, dont la juxtaposition des images colorées, constitue le spectre obtenu par réfraction à travers un prisme de verre. Cette juxtaposition des images est due à

ce que le prisme ne dévie pas autant toutes les composantes, qui sont inégalement réfrangibles.

Il était intéressant, alors, d'explorer les diverses régions du spectre, et, de rechercher les propriétés de chacune d'elles.

Des prismes de différentes substances, et des plaques photographiques, ont permis de se renseigner sur deux sortes de phénomènes : le degré de réfraction et l'action photochimique.

Un fait a attiré l'attention : une plaque photographique, placée dans la zone au-delà des radiations violettes ,dans la zone dite pour cela « Ultra-violette », est quand même impressionnée.

Il existe donc un prolongement invisible du spectre visible : c'est la région des rayons ultra-violets. Ces rayons, plus réfrangibles que les autres, sont dépourvus de pouvoir lumineux, bien qu'ils résultent de vibrations transversales de l'éther, tout comme les autres radiations.

Les mouvements vibratoires sont caractérisés par leur longueur d'onde, et c'est d'après cette notion que les diverses radiations sont classées.

La lumière, dans le sens le plus large du mot, c'est-à-dire l'ensemble de toutes les radiations, se propage avec une vitesse de 300.000 kilomètres à la seconde; mais, chacune de ses composantes se caractérise par des « pas » plus ou moins grands (longueur d'onde), et, c'est cette *diversité de propagation* qui sert à les discriminer.

Les longueurs d'onde sont des grandeurs qui sont

intimement liées, quoique de façon complexe, à l'indice de réfraction, c'est-à-dire à l'emplacement respectif que les rayons occupent dans le spectre solaire (A. Trollier). En étudiant le spectre solaire, Cornu a remarqué qu'il s'étend jusqu'à la longueur d'onde : 0, micron 2948.

Les unités employées pour la mesure des longueurs d'onde sont:

le micron, ou millième de millimètre,
le millimicron ou millième de micron,
et l'angström, ou dixième de millimicron.

Le spectre visible peut être pratiquement considéré comme compris entre 8.000 angströms (rouge extrême) et 3.900 angströms (violet extrême).

En dehors de ces limites il y a encore des radiations qui, pour être invisibles, n'en existent pas moins; les unes au-delà du violet ont surtout des propriétés chimiques, les autres, en deça du rouge, ont une action principalement calorifique.

Toutefois, il n'y a pas de limite nette entre les diverses radiations : la puissance calorifique diminue de l'infra-rouge au violet, tandis que l'action chimique augmente.

Il est intéressant de se faire une idée de l'ensemble de l'échelle des radiations connues, et de les situer les unes par rapport aux autres.

C'est à Schumann, que revient le mérite d'avoir exploré la totalité du rayonnement.

LONGUEURS D'ONDE

(D'après Ch. Fabry et H. Buisson).

	exprimée en microns	exprimée en angströms	
	0,0014	140 A	Rayons u.-v. extrêmes (Millikan).
Rayons ultra-violets.	0,0125	1 250 A	Limite d'absorption de la fluorine.
	0.18	1 800	Limite d'absorption du quartz.
	0.185	1 850	Limite d'absorption de l'air sous faible épaisesur.
	0.292	2 920	Limite du spectre solaire (absorption atmosphérique).
	0.36	3 600	Limite d'utilisation des appareils spectroscopiques en verre.
Radiations visibles.	0.39	3 900	Limite du spectre visible.
	0,41	4 100	Violet moyen.
	0,47	4 700	Bleu.
	0,52	5 200	Vert.
	0,58	5 800	Jaune.
	0,60	6 000	Orangé.
	0,65	6 500	Rouge moyen.
	0.80	8 000	Limite du spectre visible.
	5,3	53 000	Limite du spectre solaire observé par Langley.
Infra-rouges	96.7	967 000	Rayons restants après réflexions sur fluorine (Rubens et Hollnagel, 1910).
	314 μ	3 140 000 A	Radiations extrêmes isolées dans le spectre de la lampe à vapeur de mercure (Rubens et von Baeyer 1911).

Les rayons X de radiodiagnostic, sont entre 0,2 et 0,3 unités angströms.

Les rayons X de radiothérapie, entre 0,1 et 0,06 unités angströms.

Les rayons des substances radioactives, entre 2,5 et 0,0189 unités angströms.

Les ondes de T.S.F. ont leur place à l'autre extrémité du spectre ,avec de grandes longueurs d'onde variant de 30 centimètres à 30.000 mètres.

La place de l'Ultra-Violet, dans cette immense gamme de longueur d'onde, n'est pas facile à délimiter. On pense actuellement qu'elle s'étend de 140 à 3.900 angströms.

Nous donnons ci-après, un tableau emprunté à Ch. Fabry et H. Buisson, qui montre bien les échelles des longueurs d'onde caractérisant les diverses radiations depuis l'ultra-violet jusqu'à l'infra rouge.

Shumann a également étudié les propriétés absorbantes de divers milieux.

L'air absorbe beaucoup les ultra-violets. D'après Cernovodeanu et Victor Henri, une plaque de verre blanc de 1 m/m arrête tout le spectre après les raies 3027 et 3022; ces dernières ne traversent le verre que très affaiblies.

L'eau elle-même, absorbe 69 % des rayons, sur une épaisseur de 1 centimètre pour 1860 unités angströms.

Victor Henri et René Wurmser ont étudié les

courbes d'absorption de l'oxyhémoglobine et de l'hémoglobine réduite. Des expériences sur l'albumine et le sérum ont également montré l'absorption des rayons ultra-violets par les substances organiques et le protoplasme. Elle est faible jusqu'à la longueur d'onde 3.000 angströms, augmente ensuite, puis diminue, jusqu'à la longueur d'onde 2.503 angströms; à partir de ce minimum, l'absorption augmente très rapidement.

L'absorption varie avec l'épaisseur du milieu interposé au rayonnement. Il a été noté que l'adjonction d'un colorant entraîne des variations dans la qualité de perméabilité d'une substance.

Du fait que tel ou tel corps est opaque à une radiation déterminée, il est possible de créer des séries d'écrans, de filtres, permettant de sélectionner les divers groupes de radiations.

Un grand nombre de sources lumineuses, naturelles ou artificielles, produisent des rayons ultra-violets, mais toutes, ne sont pas riches en radiations de cet ordre.

La lumière solaire, telle qu'elle nous parvient après son passage à travers l'atmosphère, est appauvrie en rayons ultra-violets.

D'après Ch. Fabry et H. Buisson, l'ozone est le constituant de l'atmosphère qui absorbe le plus les radiations les plus réfrangibles.

« Un tube de 70 centimètres, ou même de 10 cm.,

rempli d'oxygène ozonisé par l'effluve électrique, absorbe énergiquement l'ultra-violet au-dessous de 3.100 angströms. Une couche d'air de 10 centimètres, d'une teneur de 1 milligramme d'ozone par litre, absorbe les trois quarts de la radiation 2.600 angströms. »

Ces constatations doivent être prises en considération si, autour des générateurs d'ultra-violet, il existe de l'ozone, comme l'affirment certains auteurs.

On a cherché à construire des sources lumineuses, riches en ultra-violets.

En 1892, Arons a donné le principe des lampes à vapeur de mercure. Le mercure, placé dans un tube où l'on a fait le vide, est porté à une haute température par le passage de l'arc électrique; il donne des vapeurs qui deviennent lumineuses. Cette luminescence persiste tant que le courant passe.

Cooper-Hewit en 1895, Villard, Debierne et Konrad Hahn ont construit divers types de lampes. Après que Kuch en 1905, eut d'idée de remplacer le tube de verre par un tube de quartz, Kromayer lança les premières lampes médicales et Cooper-Hewit les premières lampes industrielles.

On s'est appliqué à obtenir des longueurs d'onde utiles. D'après Urbain, Scal et Feige, si l'on veut

employer le rayonnement pour la stérilisation de l'eau, par exemple, il ne peut y avoir d'utiles que les longueurs d'onde comprises entre 1860 et 2900 unités angströms. Le quartz et l'eau, en effet, se chargent d'absorber la presque totalité des rayons de longueur d'onde inférieure à 1860 unités angströms.

Pour apprécier le rayonnement ultra-violet d'une source lumineuse, diverses méthodes de mesure ont été imaginées. La principale consiste en l'emploi de chromo-actinomètres. Ces appareils mesurent l'action chimique du rayonnement; ils utilisent le virage d'un papier imbibé de ferro-cyanure (Bordier) ou de paraphénylènediamine (Saidman).

La mesure de l'activité d'un rayonnement a surtout pour résultat pratique de permettre une comparaison rationnelle entre deux sources.

Pourtant, l'irradiation de certains produits chimiques devient de plus en plus courante et un jour viendra, dans un avenir prochain, où il faudra, pour la préparation de tel composé, ou de telle drogue, indiquer la dose de rayonnement devant entrer en jeu.

Récemment, en effet, dans un rapport au Conseil supérieur d'hygiène, MM. Bordas et Jules Renault ont fait connaître l'intérêt qu'il peut y avoir à surveiller de près l'introduction dans l'alimentation, de produits irradiés. Ils estiment que « sous

l'influence de l'irradiation, les variations du spectre d'absorption suivent une courbe irrégulière, laissant supposer d'après Heilbronn, Kamm et Morton, l'existence de plusieurs substances distinctes, dont chacune se trouverait activée par *une dose optima de radiations,* et peut-être par des radiations spéciales de l'échelle des radiations ultra-violettes.

Cette notion de dose, qui fait entrer en ligne de compte l'intensité lumineuse par unité de surface, et le temps d'irradiation, peut rendre de grands services en thérapeutique. Mais, la difficulté de ces déterminations provient de ce que la sensibilité au rayonnement varie non seulement d'un sujet à un autre, mais d'une région du corps à l'autre.

Les nombreuses études, faites au cours de ces dernières années, ont permis d'affirmer le rôle important de l'ultra-violet, en Biologie.

On a noté que le rayonnement provoque des variations de la formule leucocytaire, et des modifications des taux du glucose et de la tyrosine dans le sang. (Pinoussen et Rothmann).

Harris a remarqué que, sous l'action des ultra-violets, le sang rejette de l'oxygène aux pressions élevées et en absorbe aux pressions basses.

Les travaux de Hess, L. de Gennes et Guillaumin tendent à prouver que les taux du phosphore et du calcium sont susceptibles d'être augmentés, chez les rachitiques, sous l'influence des irradiations.

D'autre part, Steenbock, Daniels et Weinstock ont mis en valeur le rôle que pouvait jouer la cholestérine irradiée dans le rachitisme. Enfin, Hess a découvert l'ergostérol, et Wieland, à la clinique infantile de Bâle, a pu dire :

« L'héliothérapie artificielle indirecte, à l'aide d'aliments irradiés, notamment par le lait irradié frais ou sec, ou bien l'ergostérine irradiée (vitamine D), *guérit* tous les cas de rachitisme infantile de la même manière et en même temps (4 à 8 semaines) que l'irradiation directe par les rayons ultra-violets au-dessous de 300 millimicrons de longueur (lampe de quartz). »

De tels résultats sont encourageants. Par contre, des plaintes ont été adressées au Conseil supérieur d'Hygiène, en 1930, pour des accidents provoqués par l'ingestion de produits chimiques ou d'aliments irradiés; Wieland y répond en ces termes :

« Les effets nuisibles du facteur antirachitique ne sont dus qu'à son *surdosage, surdosage absolu* chez les animaux de Pfannenstiel, Kreitmair et Moll et Reyher, ainsi que chez les nourrissons sains de Hess et de Hottinger, *surdosage relatif* chez les enfants débiles de Degkwitz et d'autres. Pour épargner à l'héliothérapie indirecte un contre-coup regrettable et fort immérité, il serait bon de mettre sous contrôle la vente de l'esgostérine irradiée. »

L'irrégularité dans les résultats obtenus ne vient-

elle pas de la *diversité des méthodes* employées pour l'irradiation ?

Chaque expérimentateur a-t-il bien pesé les divers éléments que nous venons d'étudier : la source lumineuse, la sélection des radiations, le choix du filtre, la mesure de l'intensité de la source, la dose nécessaire ?

Et puis, c'est là un point sur lequel nous insistons au cours de tout notre travail, quel milieu a-t-il été choisi pour l'irradiation ?

Notre pratique de l'ultra-violet se limite à la manipulation des lampes de laboratoire, et à la connaissance des appareils de traitement utilisés en clinique humaine.

Mais, nous avons toujours été frappés par l'odeur phosphorée, alliacée, qui se perçoit dès l'allumage, avec une plus ou moins grande netteté, suivant le type de générateur employé. Cette odeur peut même persister longtemps, après le fonctionnement de la lampe. En effet, divers facteurs peuvent intervenir, tels que la prolongation de la séance d'irradiation, l'exiguité de la salle, son manque d'aération, comme c'est souvent le cas dans les chambres noires, où se pratique l'étude des fluorescences observées en lumière de Wood.

Au cours de nos recherches bibliographiques, nous n'avons pas trouvé d'indications bien nettes, sur la composition de l'atmosphère qui existe au-

tour de la lampe. Alors qu'on se préoccupe très attentivement de celle des salles de radiologie, dont on a analysé les gaz produits sous l'action des appareils électriques, on ne s'est pas encore inquiété, d'une manière précise, de l'atmosphère des cabines où se pratique l'uvéthérapie.

Durant les cures actiniques, des accidents locaux, et aussi généraux, ont été signalés chez les sujets soumis au traitement. Parmi ces phénomènes qui sont l'apanage regrettable des radiations, les uns sont, peut-être, imputables à des rayons différents de l'ultra-violet (Duke), d'autres peuvent être dûs aux gaz. E. et H. Biancani attribuent volontiers les malaises à l'ozone formé près de la lampe. Ces mêmes auteurs, fixant la technique générale des cures, écrivent : « La température de la salle d'irradiation sera constamment aux alentours de 22 degrés. La ventilation en doit être assez large pour chasser constamment *l'ozone* et les autres vapeurs gazeuses produites par le fonctionnement de la source» .

Toutefois, certains auteurs contestent cette influence de l'ozone et expliquent l'odeur phosphorée par la présence de charges électriques qui exciteraient les terminaisons olfactives.

De toute manière, nous avons réalisé la plupart de nos expériences en vase clos, éliminant ainsi, il est vrai, une partie du rayonnement actif, mais

évitant aussi l'action du milieu particulier qui se crée dès l'allumage de la lampe.

Dans le chapitre qui va suivre, nous avons mis en relief le pouvoir abiotique des radiations ultra-violettes, utilisé pour la stérilisation de l'eau. En effet, la plupart des installations sont faites à l'aide de brûleurs immergés, et l'action stérilisante peut alors être attribuée directement au rayonnement.

Le liquide contient une faible quantité de gaz dissous, mais ceux-ci, entraînés par l'écoulement continu, n'ont pas le temps de subir des modifications suffisantes pour qu'un rôle actif puisse leur être imputé.

Nous verrons plus loin qu'il n'en est pas ainsi lorsqu'on expose au rayonnement ultra-violet des organes isolés ou des liquides biologiques. En effet, ceux-ci restent inclus, pendant toute la durée de l'irradiation, dans le milieu spécial qui se crée autour des générateurs.

CHAPITRE DEUXIEME

Application du pouvoir abiotique des radiations à la stérilisation de l'eau

L'eau est le milieu dans lequel s'accomplissent tous les actes chimiques de la vie (LAMBLING).

Elle sert de véhicule aux matériaux de réparation, comme aux produits d'excrétion. Son rôle intervient dans une multitude de phénomènes physico-chimiques, au sein de l'organisme humain qui en contient environ 63 pour 100, inégalement répartie dans les divers tissus, suivant leur degré d'affinité.

L'eau tient une grande place parmi les substances inorganiques qui entrent dans l'alimentation. Elle est introduite, dans l'organisme, par deux voies, 1.000 grammes environ apportés par les aliments et, la majeure partie, (1.600) par la boisson.

Une eau ne doit être utilisée pour l'alimentation qu'autant qu'elle a été reconnue salubre.

Cette détermination ne peut être faite qu'au moyen d'enquêtes hydrologiques, chimiques et bactériologiques.

L'eau de boisson doit être exempte de germe pathogène, ne receler au plus, par centimètre cube, que quelques unités de germes sporulés et, par 100 centimètres cubes, ni *Bacterium coli* ni bactéries qui se rencontrent dans les matières fécales et les matières en putréfaction.

Il n'est pas toujours possible de se procurer une eau parfaitement, et régulièrement saine, et on a dû rechercher les moyens de débarrasser l'eau de tous les germes suspects qu'elle contient.

Les méthodes de filtration sont bien précaires et ne sauraient suffire à réaliser cette condition.

Il n'en est pas de même des procédés chimiques et physiques, qui ont donné de très bons résultats.

Plusieurs produits chimiques sont capables de détruire rapidement la matière organique et surtout les microbes contenus dans l'eau.

Le chlore, l'hypochlorite de chaux, l'hypochlorite de soude, le peroxyde de chlore, etc...., ont été employés avec succès, mais il a été reproché à ces agents chimiques, sinon de laisser à l'eau un goût ou une odeur désagréable, tout au moins de risquer de nuire à la longue à l'organisme, par leur présence, même à l'état de traces infinitésimales.

Les procédés électriques de stérilisation employés de nos jours sont de deux types :

1° Stérilisation par l'ozone.

2° Stérilisation par l'ultra-violet.

Nous nous contenterons d'étudier ici le second de ces procédés, en essayant de bien mettre en évidence combien il faut tenir compte des conditions d'emploi de la radiation. Nous rappellerons la discussion : l'ultra-violet stérilise-t-il par l'ozone qu'il produit ou par son action propre ?

L'homme connaissait de longue date le rôle d'assainissement et de désinfection de la lumière; mais les premières expériences, d'ordre scientifique, parurent seulement en 1877. A cette date, Downes et Blunt firent connaître à la *Royal Society* de Londres qu'ils avaient étudié l'action bactéricide de la lumière solaire. Leurs travaux furent repris, et en 1884, plusieurs auteurs avaient déjà confirmé cette action et l'avaient même étendue à la lumière voltaïque.

Mais les propriétés de la grande lumière solaire pouvaient varier suivant la région du spectre explorée. Dès 1882, il fut constaté, avec l'objectif micro-spectral d'Engelmann, que les bactéries fuyaient la région violette du spectre, en faveur de l'autre extrémité.

Depuis cette date, les études se sont succédées,

en même temps que se complétaient nos connaissances de la lumière blanche.

On a pu constater que c'est la lumière invisible qui possède les propriétés les plus marquées, et la radiation ultra-violette s'est vue attribuer un véritable rôle abiotique.

En 1893, Richardson, puis Dieudonné en 1894, essayèrent de donner une explication de ce pouvoir stérilisant de la lumière. Mais ce n'est guère qu'en 1909 que les savants français Nogier et Courmont soulignèrent heureusement ce pouvoir « *abiotique* » de la lumière, en imaginant de l'appliquer à la stérilisation de l'eau.

Ces auteurs ont employé, non plus la lumière solaire, mais les *Radiations ultra-violettes*. Ce sont des radiations émises par la lampe à vapeur de mercure, dont la lumière est particulièrement riche en rayons ultra-violets, et dont le spectre s'étend jusqu'à 3.900 angströms.

Au *Congrès international de Berlin,* en 1913, le docteur Bordier disait : « L'emploi des sources puissantes artificielles a permis de reproduire en quelques minutes des expériences faites, autrefois, avec les rayons solaires en plusieurs heures. Cette action se met facilement en évidence : on prend une culture de bacilles que l'on dispose entre des lames et des lamelles; puis, on examine à l'ultramicroscope les mouvements de ces bacilles; ils sont

arrêtés après une exposition de la préparation de quelques minutes, contre la fenêtre de quartz de la lampe de Kromayer ».

Le déterminisme de l'action des radiations ultra-violettes sur le protoplasme n'a pas encore pu être précisé. Toutefois, on pense que la radiation agit directement sur le contenu cellulaire, par des phénomènes de photosensibilisation. On comprend quelles précautions doivent être prises pour étudier l'action des rayons sur les micro-organismes. Le rayonnement peut agir par l'élévation de température qu'il produit. Aussi, Sven Kider a-t-il eu raison de créer un dispositif de courant d'eau, pour éliminer l'action de l'échauffement, par action sur le milieu, ou inversement, par absorption des rayons par ce milieu lui-même.

En 1908 et 1909, MM. Nogier et Courmont constatèrent l'action bactéricide des radiations sur une eau polluée. Elle est pratiquement utilisable jusqu'à 30 cm. de la lampe, si on insole pendant 60 secondes environ. Dans une démonstration expérimentale réalisée avec cette technique, 115 litres d'eau furent complètement stérilisés.

Le *coli-bacille* et le *bacille d'Eberth* étaient détruits au bout de 1 à 2 minutes.

Becquerel et Nogier, au Congrès de Clermont-Ferrand, en 1908, ont montré qu'un ensemencement de *Staphylocoques* est presque stérilisé en 6 minutes et l'est complètement en 10 minutes.

Les *Archives Médicales d'Electricité* rapportent que Carl Sonne, en 1908, étendit sur des coupes de Piétri très plates des cultures de bacilles et irradia par champs. Il porta le lendemain les coupes au Thermostat et le résultat fut le suivant : il fallut tenir les coupes éloignées de la fenêtre en quartz pour que les bactéries ne fussent pas tuées en moins d'une seconde. Le maximum d'action a été obtenu vers 260 microns.

Gino Galeotti, en février 1916, a montré que le bacille pesteux et celui du choléra sont rapidement tués. Cet auteur a pu stériliser des étoffes. Les radiations n'agissant pas en profondeur, il dût présenter successivement les deux faces des tissus aux radiations.

Bordier et Horand, en 1913, ont constaté que l'influence actinique se fait sentir sur les *trypanosomes Lewinsi* qui sont rapidement ramenés à l'état de granulations éparses. L'examen à l'ultra microscope montre que les cils rapides de ces trypanosomes se ralentissent et s'arrêtent.

Les amibes ont été étudiés par Chamberlain et Vedder qui ont montré, en 1911, qu'ils sont très rapidement tués dans l'eau, qu'ils soient mobiles ou enkystés.

Ces auteurs, après avoir montré que le *Ballantidium* est également détruit au moyen des radiations ultra-violettes, concluaient que ce procédé de stérilisation des eaux serait indiqué dans les ré-

gions tropicales où l'eau est si fréquemment polluée de protozoaires.

Dans les conditions d'expérience suivantes: avec une lampe à vapeur de mercure fonctionnant sous 110 volts et 3 ampères, le bacille de Koch et le staphylocoque sont tués en 5 à 10 secondes, à 4 cm. de distance de la lampe.

Les formes sporulées sont, d'après Schwartz et Aumann, sensibles aux rayons ultra-violets.

Pour que la stérilisation par les radiations soit complète, il faut que les toxines microbiennes soient altérées en même temps que les microbes pathogènes sont frappés de mort. De la toxine tétanique liquide très diluée fut irradiée par Nogier et Courmont (*Archives d'électricité médicale*, 1910). « Deux litres d'eau reçurent 1 cc. de toxine tétanique (tuant le cobaye à 5/10.000 de cc.) et furent exposés pendant quelques minutes à l'irradiation, à 3 cm. de la lampe; ce liquide, qui tuait le cobaye à une dose de 1 cc., restait complètement inoffensif, après irradiation, *même à la dose de 5 cc. et plus* ».

Ces auteurs mirent en relief que cette même toxine tétanique, non diluée, ou peu diluée, n'est presque pas réfractaire à l'effet des radiations. Ils attribuèrent ces constatations expérimentales aux substances que contenaient les liquides.

Une communication à l'*Académie des Sciences*, en 1911, a établi que les rayons ultra-violets peu-

vent tuer les bactéries sans en altérer les agglutinines. Cette propriété est intéressante et les auteurs de cette communication, Stassano et Lematte, proposèrent alors ce mode de stérilisation pour les émulsions bactériennes destinées aux séro-diagnostics.

Cluzet, Chevallier et Hofman ont observé que des filtrats de virus tuberculeux voyaient, sous l'influence des rayons ultra-violets, leur virulence atténuée. Il y avait *allongement de la période anti-allergique* et *diminution de la sensibilité à la tuberculine.*

Au-delà de la longueur d'onde 3.000 angströms, les rayons ultra-violets sont absorbés par une couche de protoplasme très mince (quelques millièmes de millimètres d'épaisseur). Les microbes ne sont pas épais, et le processus abiotique, en ce qui les concerne, est optimum; mais il n'en est pas de même pour les organismes pluri-cellulaires.

Victor Henri estime que les métazoaires, loin d'être tués, sont quelquefois l'objet d'une irritabilité cellulaire.

Connaissant les propriétés abiotiques des rayons ultra-violets, il ne restait qu'un pas à franchir pour songer à la stérilisation de l'eau.

Deux questions devaient auparavant être résolues :

1° Chercher les conditions que doit remplir une eau à stériliser par l'ultra-violet.

2° Chercher l'influence des ultra-violets sur les propriétés essentielles d'une eau potable. Muller, de Berlin, en 1913, vérifia les expériences de Gewarz et Aumann sur la stérilisation de l'eau par l'ultra-violet, et, entre autres constatations, signala la nécessité d'opérer sur une eau bien claire.

Les matières colloïdales sont un obstacle à la pénétration du rayonnement. La turbidité, si légère soit-elle, est également défavorable.

Les eaux à stériliser devront donc être, au préalable, débarassées des particules tenues en suspension.

Matout a signalé que de très petites quantités de certains sels peuvent modifier considérablement la transparence de l'eau aux rayons ultra-violets.

Dans les conditions d'expérience restent encore à envisager : le choix de la lampe et la distance à laquelle l'action abiotique se fait sentir.

Les travaux de Mademoiselle Cernovodeanu et de Victor Henri ont établi que l'action bactéricide des radiations décroit plus vite que le carré de la distance.

Nous en reproduisons ici les résultats :

Lampe W. C. H.

DISTANCES	110 VOLTS	220 VOLTS
60 cm.	300"	30"
40 »	180"	15"
20 »	20"	4"
10 »	4"	moins de 1"

La température intervient peu; les rayons les plus actifs sont ceux qui ont une longueur d'onde au-dessous de 2.800 unités angtröms.

MIQUEL utilisant l'appareil NOGIER est arrivé, en quelques secondes, à débarrasser de tout germe une eau qui contenait 1.800.000 colibacilles par centimètre cube.

De très nombreux essais ont été faits d'abord sur de petites quantités d'eau; puis, sous l'impulsion de NOGIER et COURMONT, le procédé s'est étendu aux usages urbains et industriels.

En 1911, SCHWARTZ et AUMANN ont stérilisé 60 litres d'eau en une heure; la teneur du liquide étant d'environ 2.000 germes par centimètre cube. Victor HENRI, HELBRONNER et Max RECKLINGHAUSEN ont décrit un appareil donnant un rendement de 125 mètres cubes à l'heure. Des expériences faites par ces auteurs à Paris avec des lampes disposées en série, le long d'un tuyau, ont permis de suivre, pour ainsi dire, les phases de la stérilisation sous un débit de 36 mètres cubes à l'heure.

Trois lampes étaient utilisées :

On notait :

Avant la première lampe : 5.250 microbes par cmc
Après la première lampe : 3.650 germes par cmc.
Après la deuxième : TOUT GERME AVAIT DISPARU.

L'eau traitée par ce procédé de stérilisation est-elle modifiée ?

NOGIER et COURMONT se sont préoccupés de cette question et ont irradié de l'eau de rivière additionnée de :

matières organiques
ammoniaque
nitrites
nitrates.

Les modifications qu'ils ont constatées après 10 secondes d'irradiation dans 1.500 centimètres cubes d'eau ont été très minimes.

La composition de l'eau varie bien peu. En outre, elle reste apte au développement de nouvelles espèces microbiennes si on l'ensemence, et elle n'est nullement toxique.

Quant à ses propriétés nutritives, elles ne sont pas modifiées, comme l'ont montré des essais comparatifs sur des algues.

Quelques auteurs ont pensé que l'eau oxygénée formée pourrait être nuisible à l'alimentation.

Miroslaw et Kerbaun, Von Auben ont signalé la présence d'eau oxygénée après une irradiation de 10 et 14 heures.

Mademoiselle Cernovodeanu et Victor Henri ont élucidé la question. En 30 minutes d'irradiation, ces expérimentateurs ont obtenu 1/5 de milligramme d'eau oxygénée par litre.

Cette quantité est insignifiante. Du reste, les temps d'irradiation de 30 minutes et surtout de 14 heures sont bien plus longs que ceux nécessaires à l'obtention d'une bonne stérilisation, qui demande de quelques secondes à une minute seulement.

D'autre part, Courmont, Nogier et Rochaix dans de l'eau irradiée avec une lampe immergée pendant 20 minutes, n'ont pas trouvé trace d'eau oxygénée.

Les rayons ultra-violets permettent donc d'obtenir une eau parfaitement indemne de tout microbe, tout en conservant les qualités requises pour une bonne eau de boisson.

Voici donc une application des rayons ultra-violets, dont le succès est évident.

Des appareils de stérilisation ont été fabriqués pour l'usage domestique aussi bien que pour l'usage industriel. Les constructeurs ont muni leurs modèles de dispositifs d'avertissement en cas d'arrêt de fonctionnement; de plus, un régulateur automatique d'admission fait cesser l'arrivée de l'eau

si le courant électrique vient à diminuer ou à s'arrêter.

Mais, pour parvenir à ce résultat, nous avons vu les chercheurs étudier successivement l'action de l'ultra-violet, le temps d'irradiation, l'atmosphère ou le milieu.

On a réalisé différents types de lampes dont les brûleurs sont tantôt immergés, tantôt hors de l'eau.

Une question restait à résoudre :

Est-ce bien la radiation elle-même qui stérilise, ou bien ce résultat n'est-il que l'effet d'une cause secondaire à l'irradiation, telle que la formation de gaz divers, *ozone par exemple,* autour des brûleurs ?

Répondant à cette question, Courmont, Nogier et Rochaix ont montré qu'une lampe en quartz à vapeur de mercure, immergée dans l'eau, ne produit pas d'ozone pendant le temps nécessaire à la stérilisation. Bien plus, en 1908, Bordier et Nogier ont écrit que l'odeur phosphorée, prise par l'air irradié au voisinage de la lampe, n'était pas dûe à l'ozone. D'après ces auteurs, l'air prendrait des charges électriques très faibles, qui exciteraient les terminaisons olfactives, pour donner cette odeur alliacée bien connue.

Cependant, Richardson et Dieudonné, en 1894, expliquaient l'action abiotique de la lumière par la formation d'eau oxygénée, tandis que d'autres

auteurs continuaient à invoquer la production d'ozone.

En ce qui concerne l'eau oxygénée, Mlle Cernovodeanu et Victor Henri ont publié, en 1912, que dans l'eau distillée, la quantité d'eau oxygénée formée en 30 minutes par une lampe Cooper-Hewit de 220 volts, à 20 cm. de distance, correspond environ à une solution 0,000005 normale; c'est-à-dire 1/5 de milligramme d'eau oxygénée par litre. Or, il faut une concentration 400 fois plus forte pour agir sur le *bactérium-coli;* de plus, si l'on fait une émulsion de ce même *bactérium-coli* dans une solution diluée d'eau oxygénée (0,000005), et qu'on l'expose aux rayons, l'action bactéricide n'est pas accélérée.

La formation d'eau oxygénée ne suffit donc pas à expliquer la stérilisation de l'eau.

Quelles conclusions pouvons-nous tirer de l'étude qui précède ? Nous les résumons ainsi :

1° L'action abiotique des rayons ultra-violets est manifeste.

2° Les lampes fonctionnant, immergées dans l'eau, ou en présence d'une mince couche d'eau qui se déplace devant elle, il nous paraît que l'effet abiotique peut être rapporté presque intégralement à l'action directe des radiations.

Mais il n'en est pas de même, lorsqu'on irradie tel ou tel corps dans une atmosphère fermée, complexe et non définie.

Etant donné que la lampe à vapeur de mercure

produit une lumière riche en rayons ultra-violets, étant donné, d'autre part, que les zones violettes et ultra-violettes possèdent une action chimique intense, l'irradiation, pendant plusieurs heures consécutives, d'une atmosphère close (salle d'expérience, par exemple) doit *déterminer des modifications de cette atmosphère, dont l'action sera susceptible de modifier l'effet du rayonnement.*

C'est cette complexité d'action de la lampe à vapeur de mercure, que nous allons essayer de mettre en évidence au cours des deux chapitres suivants, en relatant nos expériences sur un organe isolé (cœur de Grenouille en survie) et deux hormones (la folliculine et l'adrénaline).

CHAPITRE TROISIEME

Action complexe de la lampe à vapeur de mercure sur le cœur isolé

Dans une récente série de publications, H. Cardot, A. Chevallier et F. Faye ont attiré l'attention sur l'influence de la lumière (solaire ou artificielle) et du rayonnement de la lampe à vapeur de mercure, sur le cœur isolé de Grenouille. F. Faye a consacré sa thèse de Doctorat ès Sciences à la description des expériences faites à ce sujet.

Faisons abstraction des résultats concernant l'influence de l'éclairement sur le fonctionnement cardiaque, pour nous en tenir aux actions qu'exerce la lampe à vapeur de mercure sur le cœur isolé, actions qui seules nous intéressent ici.

Voici en quoi consiste l'expérience de H .Cardot et de ses collaborateurs.

Le cœur isolé d'une Grenouille monté suivant la technique de Straub, sur une canule ayant 20 millimètres de diamètre à son orifice supérieur, est maintenu en survie par un liquide de perfusion renfermant la plus petite quantité de Potassium compatible avec le maintien prolongé de l'activité cardiaque. La composition de ce liquide est la suivante :

NaCl	6 gr. 50
KCl	0 gr. 056
$Ca\ Cl^2+6H^2O$	0 gr. 48
Eau distillée	1.000 gr.

La canule et le cœur qu'elle supporte sont fixés au-dessous d'une lampe à vapeur de mercure, en sorte que les radiations frappent le liquide normalement à sa surface libre et ne déterminent pas d'élévation appréciable de sa température.

Dans ces conditions, presque immédiatement après la mise en marche de la lampe, le cœur s'arrête en diastole et demeure immobile tant que dure l'irradiation. Celle-ci cessant, le cœur peut reprendre spontanément ses battements au bout d'un temps minimum de 10 minutes. De plus, en remplaçant le liquide de perfusion irradié par un liquide neuf, l'activité cardiaque peut réapparaître presque aussitôt.

Ces auteurs montrent en outre :

1° Que l'éclairement latéral du cœur, exécuté

en ayant soin de protéger le liquide de perfusion par un écran, n'entraîne pas l'arrêt cardiaque.

2° Que le liquide préalablement irradié, pendant des temps variant de 3 à 30 minutes, jouit de la propriété d'arrêter le plus souvent le cœur en diastole et, en tout cas, d'amener des altérations très prononcées de son rythme.

Ces modifications sont conditionnées par le temps qui sépare la fin de l'irradiation du liquide et sa mise en contact avec le cœur.

Le pouvoir cardio-inhibiteur du liquide irradié, maximum dans les quelques secondes qui suivent la fin de l'irradiation, diminue progressivement d'intensité et disparaît complètement au bout d'une demi-heure environ.

3° Les rayons infra-rouges sont sans effet sur le cœur. Ils n'en troublent pas l'automatisme et n'amènent en aucun cas son arrêt; seules, les radiations ultra-violettes rendent la solution de perfusion impropre à maintenir l'activité cardiaque normale.

H. Cardot, A. Chevallier et F. Faye concluent de ces expériences à l'existence de modifications physiques et chimiques, fugaces et reversibles, au sein du liquide soumis à l'action des radiations ultra-violettes.

Nous avons repris les expériences des auteurs

lyonnais, et nos résultats sont sensiblement conformes à ceux que nous venons de décrire.

Ces expériences nous semblent démonstratives de l'action qu'exercent les radiations ultra-violettes sur l'activité normale du cœur isolé.

Mais elles laissent irrésolue la question de savoir si les modifications du milieu ambiant qu'entraîne inéluctablement le fonctionnement de la lampe, ne participent pas plus ou moins à la production des troubles du rythme et de l'automatisme cardiaque.

C'est pour répondre à cette question que les expériences suivantes ont été pratiquées

Dans une première série d'expériences, nous avons soustrait le cœur au rayonnement, le laissant seulement en contact avec les gaz captés au voisinage immédiat du brûleur.

Nous avons, dans ce but, utilisé le dispositif suivant.

La source lumineuse et le cœur en perfusion sont placés dans deux pièces différentes, contiguës, que sépare une mince cloison. Cette séparation est percée d'un orifice à travers lequel passe un tube de verre d'un mètre de longueur. Dans l'une des pièces est une trompe à eau et un flacon à trois tubulures, dans lequel est disposé le cœur en perfusion.

Dans l'autre est placée la lampe à vapeur de mercure.

Le brûleur est entouré d'un manchon auquel aboutit le tube destiné à capter « l'ambiance » pour

la transporter ensuite jusqu'au flacon où se trouve le cœur en survie. La trompe à eau abouchée à l'une des tubulures du flacon, est réglée de telle manière que son aspiration entretienne un courant régulier et peu violent (un litre à la minute), des gaz prélevés au voisinage du brûleur.

Le flacon est d'une capacité d'environ 150 cc.; il présente, comme nous l'avons dit plus haut, trois tubulures : l'une est l'arrivée des gaz venant de la lampe, l'autre est la sortie de ces gaz attirés par la trompe qui lui est connectée; la troisième, enfin, est munie d'un bouchon auquel est fixé un fil de laiton, façonné en forme d'anneau pour supporter la canule de Straub.

Le cœur et le liquide perfuseur sont donc inclus dans une atmosphère qui est celle même du brûleur, mais séparée du rayonnement.

Nous avons, avec ce dispositif, réalisé plusieurs expériences, et pour donner une idée des résultats obtenus, nous transcrivons ici le protocole de l'une d'elles.

Expérience

L'animal choisi est *Discoglossus pictus*. Destruction des centres cérébraux et spinaux; mise à nu du cœur que l'on assujettit sur une canule de

Straub (simple pipette très courte mais de large diamètre : 2 cms).

A plusieurs reprises lavage du cœur avec la solution artificielle de composition identique à celle de H. Cardot. Lorsque le liquide ne contient plus trace de sang, on commence l'expérience. La lampe étant mise en fonctionnement, depuis 10 minutes, on procède au réglage de la trompe.

14 heures : Début de l'expérience. Le cœur bat à raison de 56 pulsations à la minute.

14 h. 10. La fréquence est tombée à 28.

14 h. 20. On compte 25 pulsations.

14 h. 28. Le cœur est arrêté en diastole.

14 h. 30. Le cœur est toujours arrêté.

On établit alors un courant *d'air prélevé en dehors de la lampe,* le cœur repart presque aussitôt..

14 h. 50. La fréquence atteint 40 à la minute.

On capte de nouveau les gaz environnant le brûleur.

15 h. plus que 25 pulsations.

15 h. 15. Le cœur s'arrête en diastole comme précédemment.

On refroidit alors la lampe à l'aide d'un gros ventilateur, de façon à renouveler le mieux possible l'atmosphère du brûleur. Le cœur repart presque aussitôt. Au bout de 5 minutes on compte 24 pulsations, et au bout d'un quart d'heure on en compte : 52.

On fait cesser le fonctionnement du ventilateur, et, en cinq minutes, le cœur s'arrête encore en diastole.

Cette expérience, et d'autres semblables, montrent la complexité de l'action exercée par la lampe à vapeur de mercure. Cette action relève, pour une part, des effets des radiations elles-mêmes, et pour une autre part, des modifications apportées, par le fonctionnement du brûleur, à la composition de l'air qui l'entoure.

La deuxième série des expériences que nous avons réalisées, nous confirme dans cette opinion.

Expérience

Le cœur et le liquide de perfusion sont soumis à l'influence de l'air, ozonisé par le dispositif suivant : Un condensateur est construit à l'aide de six lames de laiton de 10 centimètres de côté, et de 4/10e d'épaisseur, soudées par l'un de leurs côtés à un faisceau de lames de laiton, pour éviter dans la mesure du possible, une élévation trop rapide de température. Comme diélectrique des lames de mica sont intercalées ; elles ont 12 cm de côté, et 0,5 millimètres d'épaisseur. L'interlame est de trois millimètres pour que l'air puisse circuler librement, entre lames métalliques et mica.

Le condensateur ainsi constitué est relié aux bornes d'une bobine Ducretet, de 15 centimètres d'étincelle ; elle est alimentée, sans interrupteur, par un transformateur présentant les caractéristiques suivantes : 50 périodes, 20 volts.

Première épreuve. — 14 heures : le cœur en perfusion est placé directement sous le condensateur, donc, exposé à l'air libre.

14 h. 30 : l'arrêt en diastole se produit.

Signalons que nous avons repris cette expérience et que dans quelques essais, le cœur se contenta de présenter de l'arythmie, de la dissociation auriculo-ventriculaire, et parfois, des pauses en diastole d'une durée atteignant une minute.

Deuxième épreuve : Le condensateur est placé sous cloche avec le cœur en survie. Cette fois, les résultats sont plus nets, et on peut obtenir presque constamment l'arrêt du cœur en diastole, en moins de 30 minutes.

Conclusion :

Nous avons obtenu, en milieu ozonisé, des troubles du rythme cardiaque identiques à ceux de notre première expérience ; donc à peu près analo-

gues aux troubles signalés par H. Cardot, A. Chevallier et F. Fave, opérant sous la lampe.

Les altérations que nous avons remarquées apparaissent plus tardivement que celles observées par les auteurs ci-dessus, dans les conditions expérimentales où ils se sont placés.

Quoiqu'il en soit, nous montrons que l'intervention de l'ozone, dans la production des troubles cardiaques, n'est pas négligeable, et qu'il y a lieu d'en tenir compte pour l'interprétation des phénomènes observés (1).

---

(1) Toutes réserves faites sur l'importance d'autres facteurs tels que la production de composés oxygénés de l'azote, les modifications de l'état électrique du milieu, etc...

CHAPITRE QUATRIEME

De l'action du rayonnement ultra-violet sur deux hormones. la Folliculine et l'Adrénaline

Dans ces dernières années, les travaux de Demoor et Rylant, d'Haberlandt et de Zwaardemaker ont mis en évidence l'existence d'un « réglage humoral » de l'activité cardiaque. Il est maintenant établi, qu'il faut tenir compte, dans l'analyse de l'automatisme du cœur, du rôle que jouent certaines substances, véritables hormones cardiaques dénommées par ces auteurs : substances actives (Demoor), hormone du battement cardiaque (Haberlandt), automatine (Zwaardemaker).

En rapprochant ces faits et plus particulièrement ceux observés par Haberlandt et Zwaardemaker sur le cœur isolé de Grenouille, des constatations expérimentales faites par Cardot, Chevallier et Faye et

par nous même, nous avons été amenés à envisager l'action qu'exerce la lampe à vapeur de mercure sur les hormones.

Pour nous limiter, dans une étude aussi vaste, nous nous sommes proposés de rechercher si l'irradiation ultra-violette ne modifiait pas l'activité physiologique de deux hormones : la folliculine et l'adrénaline que nous avons plus spécialement choisies en raison des réactions très différentes qu'elles déclenchent dans l'organisme, et aussi parce qu'on peut sans trop de difficultés mesurer leur activité avec une précision suffisante.

PREMIÈRE PARTIE

De l'Action des Rayons ultra-violets sur l'hormone folliculaire

> « *L'ovaire représente le nœud vital du tractus génital féminin, il en est l'organe fondamental. Le dogme ancien:* mulier tota in utero, *doit être remplacé par cet autre aphorisme :* Propter ovarium mulier est. »
>
> R. Courrier.

On sait, de longue date, que l'ovaire préside au développement et aux transformations du tractus génital femelle. L'ovariectomie, en effet, détermine chez la femelle impubère, un défaut de développement des organes sexuels, et, chez la femelle adulte en pleine activité, une involution et une atrophie de ces organes.

Depuis la puberté, jusqu'à la ménopause, l'ovaire présente des cycles successifs plus ou moins rapprochés dans le temps et de durée variable.

Chez la Femme, le cycle est de 28 jours, chez le Rat de 4 à 5 jours et de 14 chez le Cobaye.

Chaque cycle comprend deux phases : une première phase, dite folliculaire, qui correspond au développement et à la présence d'un follicule dans l'ovaire (durée de 8 jours, environ chez la femme). Une deuxième phase, dite lutéïnique, succédant à la rupture du follicule et au rejet de l'œuf (ponte ovarique).Elle est caractérisée par la présence, dans l'ovaire d'un *corps jaune,* né de la transformation du follicule.

A chaque phase correspondent des transformations morphologiques de l'oviducte, de l'utérus, du vagin, des glandes mammaires, et, des phénomènes d'ordre sympathique.

En 1847 Pouchet, et Pfluger en 1865, pensaient que l'influence de l'ovaire, s'exerçait par voie nerveuse.

Cette hypothèse a été infirmée par les expériences des sections nerveuses (Halban) qui n'ont aucune répercussion sur l'intégrité du tractus génital.

Prenant, en 1898, émit l'hypothèse d'une action endocrinienne, qui fut ensuite précisée.

Les recherches d'Allen et Doisy et celles de R. Courrier, en 1923 et 1924 ont en effet abouti à l'isolement d'une substance très active obtenue par ponction du follicule. Cette substance est suscep-

tible de déclencher chez la femelle castrée les manifestations caractéristiques de la phase folliculaire.

C'est à cette *hormone* que R. Courrier, a donné le nom de *Folliculine.*

D'autre part, à la suite des études de Bouin, et Ancel, une hormone lutéïnique a été isolée récemment par Corner en 1928.

Nous ne nous occuperons, dans notre travail, que de l'hormone folliculaire.

La folliculine, est employée en thérapeuthique humaine pour pallier aux troubles de l'insuffisance ovarienne, de la castration, et de la ménopause; c'est une des formes de l'opothérapie ovarienne.

*
**

Au point de vue expérimental, l'un des meilleurs réactifs de la folliculine est la réaction hyperplasique que présente sous son influence, l'épithélium vaginal d'un Cobaye femelle en période de repos génital (en dehors des périodes de rut).

Chez le Cobaye impubère, cet épithélium est constitué au repos par deux assises de cellules :

1°. Une *assise superficielle* de cellules muqueuses (Mucocytes).

2°. Une *rangée profonde* de très petits éléments

indifférenciés. Au moment de la phase folliculaire, quand un follicule entre en maturation dans l'ovaire, l'épithélium vaginal se modifie, l'assise profonde prolifère d'une manière intense.

Ces éléments subissent des mitoses successives et donnent naissance à un épithélium pavimenteux stratifié. Cet épithélium refoule vers la lumière les cellules muqueuses superficielles et, celles-ci, au bout d'un certain temps, desquament.

L'assise la plus externe de l'épithélium pavimenteux stratifié, se kératinise, elle est maintenant superficielle et les éléments kératinisés tombent dans la lumière.

On trouvera donc à ce moment, qui est l'acmé de la phase folliculaire, le rut ou œstrus, des cellules épithéliales kératinisées, sans noyau ; dans le frottis vaginal, il n'y aura pas trace de leucocytes. La paroi du follicule mûr s'entr'ouvre, la ponte s'effectue et le follicule qui n'abrite plus l'ovule, se transforme en un corps jaune.

Au cours de cette phase lutéïnique, l'épithélium vaginal rentre au repos, il y a desquamation de ces éléments superficiels et invasion leucocytaire dans la lumière du vagin.

Il ne restera plus, alors, que deux assises dans l'épithélium vaginal.

1°. Une assise superficielle, qui subira la transformation muqueuse.

2°. Une assise profonde de petits éléments quiescents.

Cet épithélium a donc récupéré son aspect de repos. C'est cet aspect de repos que l'on trouve chez la femelle de Cobaye castrée.

Si on injecte à une telle femelle, une certaine dose de folliculine, on provoque une transformation rapide de l'épithélium vaginal, qui, en très peu de temps, apparaît sous l'aspect de l'épithélium pavimenteux stratifié et kératinisé, absolument caractéristique de la phase folliculaire, comme on vient de le voir.

L'épithélium vaginal, est donc un excellent réactif de l'hormone folliculaire et, pour étudier les facteurs qui sont capables d'exercer une action sur cette hormone, nous utiliserons le Cobaye comme animal réactif.

Il nous révèlera très fidèlement, et avec une grande exactitude, cette action des divers facteurs, si elle existe.

*
**

Il était intéressant d'étudier l'influence des radiations ultra-violettes, sur l'hormone folliculaire, non seulement dans un but biologique, mais aussi en vue d'applications pratiques. Deux auteurs nous ont d'ailleurs devancé dans ces recherches.

Jordan et Doisy (*Proceeding Society Experimen-*

tal Biology and Medecine 1926). Ludwig et Ries (en 1931 dans le *Zentralblat für Gynakologie*).

Jordan et Doisy admettent que les radiations ultra-violettes détruisent assez rapidement la folliculine.

Ludwig et Riès, reprenant les expériences de Allen et Elis, ont constaté une action différente suivant la nature des radiations employées.

Les rayons X n'ont aucune action.

Les rayons U.V. détruisent la folliculine.

Les infra-rouges l'activent.

Nous n'avons pu retrouver la technique précise utilisée par ces auteurs ; l'irradiation est-elle faite à l'air libre, en vase clos, sans trace gazeuse, ou, en présence d'un gaz déterminé, l'azote par exemple ?

Nous avons repris ces expériences en essayant tout particulièrement de soustraire la folliculine, à l'atmosphère gazeuse qui est au voisinage de la lampe, de façon à pouvoir attribuer le résultat obtenu à la radiation employée et à la radiation seule.

Nous allons décrire successivement la technique physique employée puis les détails relatifs au test biologique.

Technique d'irradiation.

Nous avons utilisé pour nos recherches une lampe à vapeur de mercure, (5 ampères, 120 volts) à brûleur ordinaire en quartz.

Nous avons opéré constamment à la distance de 30 centimètres, en vase clos, en dehors de toute atmosphère gazeuse. Nous avons noté également la température au début et à la fin de l'expérience: celle-ci n'a jamais dépassé 23 degrés.

La totalité des radiations, de la lampe, a été mise en jeu. Nous avons donc irradié nos préparations sans l'interposition d'aucun filtre, et nos résultats relèvent de l'action complexe de toute la lumière émise par le brûleur, ainsi qu'il en est dans les séances d'irradiation en thérapeutique humaine. Notre préoccupation exclusive, a été de soustraire les liquides étudiés, à l'action toujours possible de l'atmosphère créée autour de la lampe.

Pour irradier en vase clos, nous avons employé des ampoules de verre, de très minime épaisseur.

N'ayant à notre disposition aucun moyen de mesurer avec précision la valeur du rayonnement transmis, nous avons eu recours à la simple épreuve suivante.

Nous avons considéré comme *pratiquement* transparent au rayonnement ultra-violet, tout ver-

re qui, interposé sur le trajet du rayonnement filtré par un écran au nickel (3650 unités angströnms), n'altérait pas, d'une manière sensible, la fluorescence provoquée sur un écran au platino-cyanure de baryum.

Le lest biologique.

Pour toutes nos expériences, nous avons employé des Cobayes femelles, adultes, environ de même poids.

Le premier temps de l'expérience est la castration, suivie d'une période de repos avant l'injection.

Technique opératoire.

L'animal est étendu sur le ventre et fixé sur une tablette d'opération, de contention.

On prépare le champ opératoire en rasant les poils de la région dorso-lombaire pour être dans les meilleures conditions d'asepsie possibles.

Le Cobaye étant anesthésié au moyen d'une compresse imbibée d'éther, on pratique alors une incision de part et d'autre du rachis, suivant la bissectrice de l'angle costo-vertébral. L'ovaire, chez le Cobaye, est en effet assez haut situé dans l'abdomen au dessous du rein. L'incision comprend un plan cutané, un plan musculaire ; on arrive dans

la cavité péritonale, et là, dans une masse adipeuse, située immédiatement sous le rein, on trouve facilement l'ovaire. On pose une pince à forcipressure sur l'extrémité distale de la corne utérine correspondante ; on ligature et on sectionne.

On enlève largement l'ovaire et l'oviducte, pour être bien certain de ne laisser aucun fragment du parenchyme ovarien.

On referme le plan musculaire au catgut, et la peau par deux agrafes de Michel. Une application de teinture d'iode, et de collodion, termine l'intervention. On abandonne le Cobaye qui ne tarde pas à se réveiller. On ne fait pas de pansement car celui-ci serait rapidement arraché par l'animal.

L'opération est pratiquée des deux côtés.

Les animaux sont laissés au repos trois ou quatre semaines. Pendant ce temps, l'épithélium vaginal subit l'involution que nous avons relatée plus haut. Une biopsie permet de constater qu'après ce laps de temps l'épithélium est entièrement rentré au repos ; il présente l'aspect prépubéral caractéristique, avec son assise superficielle, muqueuse, et sa rangée profonde de petits éléments étroitement serrés, pauvres en cytoplasme, à noyaux quiescents.

La folliculine employée.

Nous avons employé la folliculine commerciale en suspension dans l'huile (10 unités Rat par cc.). Pour nous mettre à l'abri de toute cause d'erreur nous avons mélangé le contenu de plusieurs ampoules. Une certaine quantité de ce mélange a été mise de côté, pour être injectée telle quelle à des Cobayes castrés, et ceci constitue l'expérience témoin.

La seconde partie du mélange a été irradiée, après avoir été mise en tubes scellés, de verre blanc répondant aux indications décrites ci-dessus.

Injection.

De grandes précautions sont prises dans l'administration des doses, car on sait que l'action exercée par la folliculine sur l'épithélium vaginal du castrat, est différente selon le mode d'injection.

Une même quantité sera d'autant plus active que fractionnée en un plus grand nombre de doses.

Première série d'expériences

Elle est faite avec l'hormovarine Byla.

L'irradiation a duré un quart d'heure, et, a porté sur des ampoules en verre jaune. D'après le test

physique que nous avons choisi (écran de platinocyanure de baryum, examen en lumière de Wood), ce verre n'est pas transparent à l'ultra-violet.

Les Cobayes opérés sont désignés par des numéros correspondant aux numéros d'ordre du Laboratoire d'Histologie.

Les animaux choisis sont des femelles, adultes, de même âge, et à peu près de même poids, castrées deux à trois semaines auparavant.

I. — Le Cobaye numéro 134 reçoit, le 6 février 1930, une injection sous-cutanée de 10 unités Rat de folliculine en suspension dans l'huile et irradiée comme nous venons de l'indiquer.

Le 7 février, le même cobaye reçoit une deuxième injection.

Le 9 février au matin, la femelle est sacrifiée. A l'autopsie on note que les cornes utérines sont hypertrophiées, et, très congestionnées. La folliculine a donc agi. On prélève le vagin en entier et, on le soumet à la technique histologique suivante :

Deux jours dans le liquide fixateur de Bouin, puis deshydratation par trois alcools absolus.

Passage dans trois xylols.

Mise à l'étuve dans trois paraffines.

Inclusion : Coupe à 5 microns.

Coloration : hématoxiline.
éosine
safran

Examen microscopique. — L'épithélium vaginal a très nettement réagi. Alors qu'il était auparavant constitué par ses deux assises caractéristiques de l'état de repos, il présente maintenant un épithélium stratifié, kératinisé, très épais. Les cellules muqueuses sont tombées dans la lumière vaginale. Bref, c'est un épithélium qui a réagi semble-t-il, normalement.

II. — Le Cobaye 135 a été castré à la même date que le Cobaye 134.

Le 6 février 1930 il reçoit 10 unités Rat de folliculine préalablement irradiée un quart d'heure.

Le 7 février 1930, deuxième injection.

Le 9 février 1930 l'animal est sacrifié. L'épithélium vaginal a réagi de la même manière que chez le Cobaye 134.

III. — Le Cobaye 136 (animal témoin) castré et laissé au repos durant trois semaines, comme les animaux précédents, reçoit :

Le 6 février 1930, 10 unités Rat de folliculine normale, non irradiée.

Le 7 février, une deuxième injection.

Le 9 février, il est sacrifié.

La réaction de son épithélium vaginal est en tout point semblable à celle constatée dans les expériences précédentes.

Deuxième série d'expériences

Nous opérons toujours en vase clos, mais, la folliculine employée est placée dans des ampoules de verre blanc perméable à la lumière ultra-violette, d'après notre même test physique.

L'irradiation a également duré un quart d'heure.

L'expérience porte sur deux Cobayes : les numéros 121 et 122, du Laboratoire d'Histologie.

Le 13 mars 1930, le Cobaye 121 a reçu 10 unités Rat.

Le 14 mars une deuxième injection est pratiquée.

Une troisième injection est faite le 15 mars 1930.

Le Cobaye a donc reçu en tout : 30 unités.

Le 16 mars il est sacrifié, et, on constate une réaction très nettement accusée.

II. — Le Cobaye 122 reçoit également 30 unités de folliculine, en trois jours. Sacrifié le cinquième jour, il montre une forte réaction.

*
**

Il semblerait donc, que la folliculine, traitée dans les conditions expérimentales *nettement* précisées ci-dessus, et, soumise au rayonnement de

la lampe à vapeur de mercure, n'a pas en général, son activité modifiée par l'action du rayonnement. L'irradiation a été faite à feu nu sans l'interposition d'autre écran que la très mince paroi du verre de l'ampoule (verre jaune ou verre blanc).

Nous nous proposons d'ailleurs, de reprendre cette expérimentation en faisant varier le temps d'exposition, et en utilisant des verres de qualité, d'épaisseur, et de perméabilité différentes.

Nous avons noté, en outre, au cours de nos recherches, la légère fluorescence bleutée des solutions huileuses de folliculine examinée en verre blanc, sous un écran de Wood. Par contre, cette fluorescence, n'apparaît qu'aux extrémités effilées des ampoules en verre jaune.

L'examen au spectroscope du corps des ampoules jaunes, laisse *surtout* apparaître la partie du spectre visible située au dessous du vert, dans la zone des plus grandes longueurs d'onde.

Citons enfin, le résultat un peu particulier de la première série d'expériences, (verre jaune) dans laquelle la folliculine, non seulement n'a pas été détruite, mais a paru activée.

DEUXIEME PARTIE

Action de l'irradiation ultra-violette sur l'Adrénaline

La littérature n'est pas riche en indications sur l'influence qu'exercent les radiations ultra-violettes, sur l'adrénaline. A notre connaissance, seuls Neuberg et Vacek se sont occupés de la question, et uniquement au point de vue chimique. D'après ces auteurs la lumière ultra-violette favorise l'oxydation de l'adrénaline, et se montre à ce sujet plus efficace que les radiations visibles. En déterminant l'intensité de l'oxydation dûe à l'irradiation par la lampe de quartz d'après les modifications de couleur des solutions, d'une part, et l'absorption d'oxygène d'autre part, Vacek a confirmé que les ultra-violets accélèrent nettement l'oxydation, comparativement à la lumière solaire. Selon lui, l'adrénaline pure, en solution dans l'eau distillée, s'oxyde

beaucoup plus vite que le chlorhydrate d'adrénaline.

Nous n'avons, malheureusement, pas pu prendre connaissance de l'original de ces travaux, que nous citons d'après une analyse. Il eut été intéressant de connaître les conditions précises dans lesquelles se sont placés les expérimentateurs, pour effectuer l'irradiation.

C'est d'un tout autre point de vue que nous avons abordé l'étude de l'action des rayons ultra-violets : nous nous sommes, en effet proposés de rechercher leur influence sur l'*activité physiologique* de l'hormone médullo-surrénale.

Mais quel critère de cette activité faut-il utiliser ?

Lorsqu'en 1901 Takamine, bientôt suivi par Aldrich, eut découvert l'adrénaline, un grand nombre de physiologistes montrèrent que ce produit était l'agent hypertenseur de l'extrait surrénal, dont Oliver et Schaffer avaient, en 1894-1895 décrit les effets sur la pression artérielle, le cœur, la rate, etc..

Or, parmi les multiples actions pharmaco-dynamiques que déclenche l'adrénaline lorsqu'on l'injecte dans les veines, c'est l'hypertension qui constitue le meilleur critère de son activité.

On sait en effet, depuis les premiers travaux effectués sur la question, que la répétition d'une même dose d'adrénaline, injectée lorsque la pres-

sion artérielle a retrouvé sa valeur initiale, amène une hypertension de valeur constante. Ceci se produit à condition toutefois que *l'animal soit atropiné*, ou qu'il ait subi la *section bilatérale de ses vagues*, afin de supprimer le ralentissement cardiaque intense qui accidente la courbe kymographique d'un « *actionspuls* » dont l'intensité peut varier, d'un instant à l'autre, chez un même animal. D'après Lyon, le rapport qui existerait entre l'hypertension et la dose d'adrénaline injectée, obéirait à la loi de Weber Fechner, c'est-à-dire que, pour des *doses physiologiques*, l'augmentation de pression varierait proportionnellement au logarithme naturel de la quantité d'adrénaline employée.

Selon Elliot, Lutz et Wyman, le Chat serait l'animal le plus favorable au titrage physiologique de l'adrénaline, par la mesure de l'hypertension.

A défaut de cet animal, toutes nos expériences ont été faites sur le Chien. Voici en quoi elles consistent :

L'adrénaline que nous avons utilisée est de l'adrénaline Carrion. Celle-ci est contenue dans des ampoules en verre jaune ; nous l'avons donc transvasée de ces ampoules dans d'autres, en verre blanc (1).

---

(1) Transparent au rayonnement U. V. suivant le test indiqué page 46.

Nous avons exposé l'adrénaline, en solution au 1/1000e pendant quatre heures, au rayonnement de la lampe à vapeur de mercure, dans deux conditions :

1° l'adrénaline étant contenue dans des ampoules scellées, en verre blanc;

2° l'adrénaline étant placée dans une petite coupelle en porcelaine et directement exposée au rayonnement, à l'air libre, sans aucune interposition entre la lampe et la solution.

La distance séparant la lampe des liquides irradiés a toujours été de 30 cm.

Comme adrénaline témoin, nous avons utilisé tantôt l'adrénaline Carrion, conservée en ampoules jaunes et à l'obscurité, tantôt cette même adrénaline, laissée à l'air libre dans une capsule en porcelaine, abandonnée pendant 4 heures à la lumière du laboratoire.

***

De façon constante, l'adrénaline irradiée en ampoules blanches, n'a pas présenté de coloration rose appréciable ; celle irradiée à l'air libre a très rapidement rosi (5 minutes) et présentait au bout de 4 heures une teinte assez foncée. Quant à l'adrénaline laissée à l'air libre et offerte à la lumière du jour, elle avait également rosi, moins cependant que la précédente.

Ce sont ces produits que nous avons essayés sur les Chiens, après leur avoir sectionné les deux vagues au cou. Dans toutes nos expériences nous avons inscrit la pression carotidienne suivant la méthode couramment utilisée dans les laboratoires de physiologie. A ce test nous avons adjoint l'oncographie de la râte, organe dont on connaît l'exquise sensibilité à l'adrénaline, à la suite des travaux d'Olivier te Schafer, Hartmann et Lang, Tournade et Chabrol.

Nous donnons ci-dessous deux protocoles d'expériences qui résument, mieux que tout commentaire, le résultat de nos investigations.

Expérience du 15 *février* 1930. — Chien mâle, pesant 5 kilogs, choralosé à 15 heures.

15 h. 45 : Préparation de la carotide gauche, de la veine saphène gauche. Vagotomie bilatérale au cou. Inscription de la pression artérielle.

16 h. 10 : La pression carotidienne moyenne est de 8 cm. Hg. On injecte dans la veine saphène 1/10e de milligramme de l'adrénaline Carrion contenue dans une ampoule en verre blanc, placée sous la lampe à vapeur de mercure, pendant 4 heures. En une minute et quinze secondes, la pression s'élève à 25 cm. 4 de mercure, soit une augmentation de 217 %.

16 h. 25 : La pression carotidienne moyenne est de 7 cm. 8 de mercure. On injecte dans la veine

saphène 1/10e de milligramme de l'adrénaline irradiée à l'air libre pendant 4 heures, dans une capsule en porcelaine. Cette solution *est rose foncé* ; la pression s'élève, dans les mêmes délais que précédemment, à 24 cm. de mercure, soit une augmentation de 206 %.

16 h. 45 : La pression carotidienne moyenne est de 6 cm. On injecte dans la veine saphène 1/10 de milligramme d'adrénaline laissée à l'air libre pendant quatre heures, dans une coupelle en porcelaine. Cette solution est *rose assez foncé*. En une minute et dix secondes, la pression s'élève à 22 cm 6, soit une augmentation de 276 %.

Il n'est pas surprenant que, dans l'expérience précédente, l'action hypertensive de l'adrénaline soit aussi considérable, puis qu'il est connu qu'une quantité déterminée de l'hormone médullo-surrénale élève d'autant plus la pression artérielle que la tension initiale est elle-même plus basse.

Cette variabilité de la réponse vasculaire à l'adrénaline, en fonction de l'état d'hypotension primitive, acquiert ici un intérêt particulier : on peut se demander si les différences observées dans l'intensité de l'effet presseur des injections, successivement pratiquées, ne s'explique pas par la valeur différente de la pression initiale, plutôt que par une activité modifiée de l'adrénaline.

L'expérience ci-dessous répond à cette objection.

Expérience du 25 février 1930. — Chien mâle, de 9 kilogs. Chloralosé à 16 heures. Préparation d'une carotide droite, de la veine saphène gauche et de la rate. Vagotomie bilatérale au cou.

Inscription de la pression artérielle et des changements de volume de la rate avec l'oncographe splénique de A. TOURNADE.

17 heures : La pression carotidienne moyenne est de 16,4 cm de mercure. On injecte dans la veine saphène 1/10 de milligramme d'adrénaline exposée aux rayons ultra-violets, dans une ampoule en verre blanc, pendant quatre heures. La pression s'élève, en une minute, à 33 cm, soit une augmentation de 100 %.

Spléno-contraction intense et durable.

17 h. 15 : La pression carotidienne moyenne est de 14 centimètres de mercure. On injecte dans la veine saphène 1/10 de milligramme d'adrénaline, irradiée à l'air libre, dans une capsule en porcelaine, pendant 4 heures. La pression s'élève en une minute et dix secondes, à 38 cm de mercure soit une augmentation de 100 %. Spléno-contraction marquée.

17 h. 25 : La pression carotidienne moyenne est de 14 cm.

On injecte dans la veine saphène 1/10 de milligramme d'adrénaline témoin. La pression artérielle s'élève, en une minute et 10 secondes, à 31 cm. 6,

soit une augmentation de 121 %. Spléno-contraction marquée.

Les doses d'adrénaline utilisée étant un peu trop fortes, on répète la même série d'expériences mais en n'injectant chaque fois qu'1/20 de milligramme d'adrénaline.

17 h. 40 : La pression carotidienne moyenne est de 13 cm. On injecte dans la veine saphène 1/20 de milligramme d'adrénaline, irradiée pendant 4 heures, en ampoules scellées de verre blanc. La pression s'élève en une minute et 15 secondes, à 24 cm. 6, soit une augmentation de 69 %.

17 h. 50 : La pression carotidienne moyenne est de 13 cm Hg. On injecte dans la veine saphène 1/20 de milligramme d'adrénaline, irradiée à l'air libre dans une capsule de porcelaine, pendant 4 heures. La pression s'élève dans les délais habituels, à 24 cm. 4, soit une augmentation de 87 %.

18 heures : La pression carotidienne moyenne est toujours 13 cm. de mercure. On injecte dans la veine saphène 1/20 de milligramme d'adrénaline témoin. La pression s'élève, en une minute et 20 secondes, à 27 cm. 6, soit une augmentation de 108 %.

Dans cette expérience aucun doute ne subsiste: une solution d'adrénaline, placée dans une ampoule scellée, de verre non coloré, perd lorsqu'on

la soumet pendant 4 heures à l'action des radiations ultra-violettes, une partie de son pouvoir hypertensif (environ 20 % dans nos expériences).

Il semble que la même irradiation pratiquée à l'air libre, ait une action sensiblement équivalente.

Remarquer en passant, ce fait, bien connu des physiologistes, qu'une solution d'adrénaline abandonnée à l'air pendant quatre heures, et ayant acquis de la sorte une coloration rose plus ou moins foncé, conserve son pouvoir vaso-contricteur énergique ; cela indique que, dans les premières heures, il n'y a pas de parallelisme entre les variations spontanées de la couleur du produit, et l'activité physiologique de celui-ci.

Livon, Elliot, Cannon et Limman, ont signalé la disparition plus ou moins rapide des propriétés pharmacodynamiques de l'hormone médullo-surrénale, sous l'action de la lumière. Pour ces auteurs la teinte rose foncé, que prennent les solutions d'adrénaline, est le témoin classique, de leur altération.

Nos recherches s'accordent avec celles de Combemale et Bizard, qui ont étudié récemment l'action de l'exposition, à l'air et aux rayons solaires, sur l'activité hypertensive de solutions d'adrénaline. Ils concluent de leurs expériences que la tein-

te brune, que les solutions d'adrénaline accusent en vieillissant, n'est pas un témoin certain d'inactivité. Ces auteurs ont vu, de plus, que l'exposition d'une solution d'adrénaline, pendant une heure au soleil « fait apparaître la coloration rose et atténue nettement, l'action de la solution, sans la supprimer cependant ».

Soulignons que dans nos essais, l'irradiation d'une solution d'adrénaline au 1/1000, en ampoules de verre blanc, a fait perdre à l'hormone une fraction notable de son effet presseur, sans que le liquide ait rosi de façon appréciable.

Nous reconnaissons volontiers que le traitement subi par les ampoules d'adrénaline n'a jamais dépassé quatre heures, et c'est pour cette seule durée que nous sommes autorisés à conclure.

Nous nous proposons d'étudier, dans des expériences ultérieures, l'influence de l'irradiation ultra-violette plus prolongée, sur les diverses propriétés pharmacodynamiques de l'hormone medullo-surrénale.

CONCLUSIONS

Le rôle biologique de la lumière, apparaît de plus en plus comme très important, et les applications sont nombreuses qui utilisent les divers étages des radiations et particulièrement, la zone **ultra-violette.**

Mais, dans la plupart des techniques d'irradiation utilisées, aussi bien en thérapeutique humaine, que dans les recherches de laboratoire, il nous apparait que l'on n'a pas attaché assez d'importance à la complexité de l'action de la lampe à vapeur **de mercure.**

Nous avons essayé de dissocier les deux éléments agissant simultanément au cours de l'irradiation, **à savoir : *le rayonnement* et *le milieu créé.***

LE RAYONNEMENT

1° Nous avons fait remarquer que le pouvoir antibiotique des radiations est incontestable, et suffit seul, à la stérilisation de l'eau.

2° Nous avons souligné le rôle joué par les seules radiations ultra-violettes, dans la production des phénomènes que H. Cardot, A. Chevallier et F. Faye ont observés sur le cœur de Grenouille en survie.

3° La folliculine, irradiée en ampoules scellées n'est pas détruite ; placée en ampoules de verre jaune, elle nous a même paru activée.

4° Les essais que nous avons pratiqués, avec l'adrénaline, nous ont, par ailleurs, montré que l'hormone surrénale perdait, lorsqu'on l'irradiait à l'abri de l'air, une partie de son pouvoir hypertenseur.

LE MILIEU CREE

1° Nous apportons la preuve que les irrégularités du rythme et l'arrêt du cœur qui sont observés par H. Cardot, A. Chevallier et F. Faye et que nous avons nous-mêmes constatés après eux, relèvent d'un déterminisme complexe ; les modifications de l'atmosphère occasionnées par le fonctionnement de la lampe à vapeur de mercure, interviennent, à l'exclusion de toute radiation, pour une part, qui reste à préciser, dans la genèse de ces phénomènes ;

2° Il nous est également apparu que l'intervention de l'atmosphère du brûleur joue un rôle important dans le phénomène d'oxydation de l'adrénaline, sans toutefois modifier, de façon notable, son action hypertensive.

BIBLIOGRAPHIE

AIDIN. — Irradiated foods in Rickets (*Brit. Journ. of Actinoth*, mai 1927, p. 21).

— Irradiated ergosterol (*Lancet*, 4 fév. 1928, p. 229).

AIMES. — *La Pratique de l'héliothérapie*. Paris 1920

ALDRICH. — Is adrenalin the active principle of the suprarenal. *Americ. journ. of Physiol.* VII, 4, p. 359, 1901.

ALLEN E. — The menstrual cycle of the monkey: Macacus rhesus. *Contr. to Embryology. Carnegie Inst.* Wash. août 1927.

ALLEN et HARTMANN. — Effect of placental and follicular extract upon the phenomens of oestrus, with special reference to the mammary glands. *An. Ass. of Anat.*, 1926.

AMSLER et PICK. — 1918, Arch. *Für. exp. Path. und Pharm.* L XXXII - 86 à 115.

ANCEL et BOUIN. — A propos de l'action biologique du corps jaune. *Gynécologie et Obstétrique*, juin 1926.

ATHANASIU (G.). — Sur les actinomètres électro-chimiques (piles photo-voltaïques) *O. Soc. Franç. de Physique*, 3 juillet 1924.

BACH. — Die Wirkung der Ultra-violetten Strahlen auf Nahrungsmittel Umschau (*Frankfurt a. M.* 1925 XXIX, p. 831).

BACHEM, A. — And C. I. Reed : The penetration of ultraviolet ligt through the human skin. *Arc. physic. Ther.* II, p. 49, 56, 1930.

Bayle Ed. et R. Fabre. — Recherches sur la fluorescence de quelques composés organiques. *C. R. Acad. des Sc.*, séance du 11 février 1924.

Becquerel. — Action des rayons ultra-violets en Biologie. (*Congrès de Clermont-Ferrand*, du 9 août 1908).

Benrath (A.). — *Strahlenthérapie*, 1916, p. 88.

Berthelot (D.). — Les effets chimiques des rayons ultra-violets. *Revue générale des Sciences*, 1911, pages 322-332.

Biancani E. et H. — L'irradiation des aliments. *Revue d'Actinologie*, n° 2, octobre-décembre 1925, p. 67.

— Les rayons ultra-violets. Gauthier-Villars et Cie, édit. Paris, 1928.

Bills, Honeywell et Mac Mair. — Substances antirachitiques: études biochimiques et spectroscopiques sur le cholesterol purifié (*J. Biol. Chem. Janv.* 1928, p. 251).

Blanchetiere A. — Les facteurs accessoires de la nutrition. *Annales d'Hygiène publique*, industrielle et sociale, T. I. 1923, p. 411.

Bordier (H). — Absorption des rayons ultra-violets par le verre ; transparence actinique, des verres servant de « conserves » ; conséquences pratiques de cette étude pour la meilleure protection des yeux contre la reverbération solaire. *Soc. de Médec. de Lyon*, 4 juillet 1910.

— Quantitométrie des rayons ultra-violets. *Arch. d'électricité médicale* n° 285, p. 326.

— Radiothérapie ultra-violette. *Congrès intern. de Physiothér.* Paris 1910, t. 3.

— Action biologique des rayons ultra-violets. (4e *Congrès international de Physiothérapie*, Berlin, 1913).

Botazzi. — Sur le mécanisme d'action des sels de potassium sur le cœur. Contribution à la doctrine de l'inhibition.

Boutaric (A). — La lumière et les radiations invisibles. Paris 1925, Flammarion édit.

Buisson et Fabry (Ch.) — La lumière ultra-violette. Revue Générale des Sciences 1911, pp. 309-322.

Brulo. — La Stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets, et son application en pratique chirurgicale. (*Revue de Chirurgie,* 1914, p. 178).

Burge (W. E.) and Wickwire (G. C.) The decrease in sugar metabolism and destruction of Insulin by U.V. Radiations. (*Jour. of Biol. Chem.* LXXII 827-831, 1927).

Busquet et Pachon. — Inhibition cardiaque et sels de sodium. *C. R. Soc. Biol.* 1908, LXV, pp. 571-573.

— Mécanisme général et cause immédiate de la suppression fonctionnelle de l'inhibition cardiaque, pendant l'irrigation du cœur avec les solutions isotoniques des sels de sodium. *C. R. Soc. Biol.* 1909, LXVI, pp. 958-961.

Cardot (H), Chevalier (A) et Faye (F). — Compte-rendu *Soc. de Biologie,* Cl. 816, 1929 ; 1930, *C. R. Soc. de Biol.* C. III, 253 ; 1930, *C. R. Soc. de Biol.* C. III 255.

Cernovodeanu et V., Henri. — *Académie des Sciences* 1910, page 52.

Chalupetski. — Strahlenthérapie, 1918, VIII, 141.

Chamberlain et Vedder. — Action des rayons ultra-violets sur les amibes de l'eau. (*The Philippine jour. of Science,* novembre 1911).

Cluzet (J.) et Kofman (T.) — Sur les mesures d'absorption de l'ultra-violet, au moyen de la cellule photo-électrique au cadmium. *C. R. Soc. de Biologie,* 1930, n° 6, p. 195.

Colin. — Dernières acquisitions dans le domaine des actions chimiques et biologiques de l'ultra-violet. Stérilisation des eaux potables. (*Thèse Lyon,* 1912).

P. Combemale et G. Bizard. — Action des vieilles solutions d'adrénaline sur la pression artérielle. *C. R. Soc. Biol.* 1929. 2. 101, p. 841-842.

Cornu. — Etude du spectre solaire. *Acad. des Sciences,* 1878.

— Le spectre du soleil, Paris 1881.

S.-J. Cowell. — L'irradiation du lait et la guérison du rachitisme (irradiation of milk and the healing of Rickets (*Britsh. med. Journ.* n° 3352, 1925).

Courmont. — La stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. *Revue Gén. des Sciences,* 1911, pp. 333-338.

Courmont et Nogier. — Stérilisation de l'eau potable au moyen de la lampe en quartz à vapeur de mercure. *Acad. des Sciences,* 1909, p. 523.

— Stérilisation de l'eau potable par les rayons ultra-violets. *Arch. des maladies de l'app. digestif,* 1910, page 5.

— Stérilisation de l'eau potable par les rayons ultra-violets. *Méd. clin.* 1910, p. 589.

Courmont, Nogier et Rochaix. — L'eau stérilisée par les rayons ultra-violets contient-elle de l'eau oxygénée ? *Acad. des Sciences,* 1910, p. 1453.

— Transparence de l'eau pour les ultra-violets. *Acad. des Sciences,* 1909.

Courrier. — Le cycle sexuel de la femelle des mammifères, phase folliculaire. *Archives de Biologie,* 1924. *docrinologie.*

Courrier. — Les hormones ovariennes, *Rev. Franc. d'Endocrinologie* n° 2, 1925.

— Le déterminisme de la sécrétion tubaire. *C. R. Soc. de Biologie* 1925, p. 672.

— Modifications vaginales chez la lapine, au cours de la vie génitale. *C. R. Soc. Biol.* janvier 1926.

— Nouvelles recherches sur les hormones ovariennes. Unitisme et dualisme. *Bull. d'Histologie,* décembre 1928.

W.-B. Cannon et H. Lyman. — The depressor effect of adrenalin on arterial pressure. *Americ. Journ. of Physiol.* 1912-1913, t. 31, p. 376.

Daily, Clark. — *Journal of Physiol.* 367, 1920.

P. Desfosses. — Stérilisation de l'eau par l'ultra-violet. *Presse Médicale,* 19 avril 1913.

Dejust et Van Stolk. — Les connaissances actuelles sur l'ergostérol et son spectre d'absorption. (*Revue d'actinologie et de Physiothérapie* n° 2, mars-avril 1929, page 157).

G. Dimitri. — Les eaux d'alimentation. (*Cours d'Hygiène: Léon Bernard et Robert Débré,* tome II, p. 367).

Dognon, A. — La résistance des bactéries aux basses pressions. Possibilités d'études biologiques des rayonnements très peu pénétrants. *C. R. Soc. biol.* Paris 103, p. 886-887.

Doisy, Ralls and Jordan. — Some chemical and physiological properties of the hormone of the liquor folliculi. *Endocrinology,* 1926, n° 3.

Dorno (Karl). — La richesse de la lumière en ultra-violets. *Von Graefe's arch. f. Opht.,* mars 1921, t. 104, p. 170.

Dufestel. — L'Héliothérapie artificielle. Bases physiques et biologiques. Technique, indications, résultats. *Thèse de Paris,* 1923, A. Legrand, éditeur.

— L'Héliothérapie artificielle, Paris, 1924, Legrand, éditeur.

— L'ultra-violet, n° 1 et 2.

— Ultra-violets et chaleur radiante. *Traité d'actinologie pratique* (Paris, A. Legrand, 1928, VIII, p. 112. Substances irradiées, p. 118. Les sources, p. 159. La technique des irradiations...)

Edwards (W. F.). — De l'influence des agents physiques sur la vie. Paris, 1824.

Elliger. — Antirachitic effect and dielectricity constant of cholesterel solutions treated with ultra-violet light. (*Arch. f. exp. Path.* 1927, p. 238).

T.-R. Elliott. — The action of adrenalin. *Journ. of Physiol.* 1905. 2. 32, p. 401.

Elliot. — The control of the suprarenal glands by the splanchnic nerve. *Journ. of Physiol.* 1912, p. 274.

Fabry (Ch.) — Sur les rayons ultra-violets. *Acad. des Sciences,* 6 avril 1908.

— Préface de l'« Ultra-violet » de Lyman, trad. Rivière, Paris, 1924, Alcan, édit.

— Le problème de la mesure des radiations. *Revue Scientifique,* 1925, n° 23, pp. 769-780.

Fabry (Ch.) et Buisson. — L'absorption atmosphérique dans l'extrémité ultra-violette du spectre. *Société Franç. de Physique,* 17 janvier 1913, et *Revue gén. des Sciences,* t. 24, p. 124, 1913.

— Absorption de l'ultra-violet par l'ozone. *Acad. des Sciences,* 10 mars 1913, et *Revue Gén. des Sciences,* p. 280, 1913.

Foveau de Courmelles. — Aliment et irradiations (*Congr. ass. fr. pour l'avancement des sciences*).

— Aliments et radiations *Œuvre médicale,* mars 1928.

— Radiations et aliments. *Œuvre méd.* n° 3, mars 1928.

— Aliments et irradiations. Lumière intégrée. *Journ. de Méd. de Paris,* août 1928, p. 681.

Frédéric (d'Osborn). — Les rayons ultra-violets et quelques uns de leurs effets. Opthalmology, janvier 1915, t. XI, p. 288.

Friedli (H.) — Absorption des rayons ultra-violets par les dérivés de l'hémoglobine. Contribution à l'étude de la constitution chimique des matières coloran-

tes du sang. *Bull. de la Soc. de Chim. Biol.* 1924. t. 6, Nr. 10, p. 908 bis, 934.

Gassul. — Bedeutung der Strahlen für Tuberculose. Liepzig, 1921.

Jennes (de) L. — Le traitement du rachitisme par la lumière. Thèse de Paris, 1924. A. Legrand, édit.

— Le traitement du rachitisme par les aliments irradiés. Mouv. Thérapeutique. *Presse Méd.* n° 72, 9 septembre 1926, p. 1210.

Gino Galeotti. — Action Bactéricide des Rayons Ultra-Violets. *Annales de l'Institut Pasteur,* Tome XXX, 1916.

Guerra. — Contribution à l'étude du travail du cœur de la grenouille. *Arch. Intern. Physiol.* 1924, XXIII, pp. 299-312.

Guillaume (A.C.). — Effets de quelques radiations et de certains courants électriques sur la circulation tégumentaire. *Bull. Méd.* n° 41, 1925.

— Le pigment épidermique, la pénétration des rayons ultra-violets et le mécanisme de protection de l'organisme vis-à-vis de ces radiations. *Bull. et mém. de la Société méd. des Hôp. de Paris,* n° 23, 1926.

— Rôle de la chaleur dans l'atténuation des effets chimiques produits par les rayons ultra-violets, et, mécanisme de cette atténuation. *B. et M. Soc. Méd. des Hôp. de Paris,* n° 27, 29 juin 1926, p. 1358.

— Les radiations lumineuses en physiologie et thérapeutique. De l'infra-rouge à l'ultra-violet. 1 vol. de 516 pages, Masson, 1927.

Halc et Mossau. — Cure du rachitisme par le lait irradié. *Arch. lat. am. de pédiat.* 1927, mars, p. 215.

Harris (D. T.). — Photo-oxydation of Plasma. A note en its sensibilisation.

— The Action of light on blood. *Bioch. Journ.* XX, 271-279, 1926.

HARTMANN et LANG. — The action of adrenalin on the kidney endocrinology. *Journ. of Pharmacol.* 1919, t. 3, p. 321.

HENRI (V). — Influence des diverses conditions physiques sur le rayonnement de la lampe à vapeur de mercure en quartz. *Le Génie civil.* Paris, 26 août 1911.

— *Etudes de Photochimie.* Paris, 1919.

HENRI Victor et G. STODEL. — Les Ultra-Violets. *Presse Médicale,* 12 janvier 1910, page 27.

HENRI V., HELBRONNER et Max de RECKLINGHAUSEN. — Nouvelles recherches sur la stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultra-violets. *Académ. des Sciences,* 1910, p. 677.

HENRI V., HELBRONNER et Max de RECKLINGHAUSEN. — Stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultra-violets. *Acad. des Sciences,* 1910, p. 932.

HENRI V., HELBRONNER et Max de RECKLINGHAUSEN. — Nouvelle lampe à rayonnement ultra-violet, très puissante, et, son utilisation à la stérilisation de grandes quantités d'eau. *Acad. des Sciences,* 1912, p. 852.

HERMAN MULLER. — Les rayons ultra-violets et le rachitisme. *Rev. d'Hyg.* n° 9, sept. 1925, p. 827.

HESS, LEWIS. — Clinical experience with irratiaded ergosterol. *The Journal of the American medical Association,* septembre 1928.

HESS. — Die Aktivierung von Cholesteri, und Nahrungs mitteln mitHilfe der ultra-violetten Strahlen. *Deuts. mediz. Wochensch,* (Leipzig), 1926, LII, p. 577.

— Activacion antirraquitica de los alimentos y de la colesterina por los rayons ultra violetas. *Revista de Instituto Medico « Sucre »* marso de 1927, n° 47.

— Aliments irradiés et stérols. *Rev. d'actinologie et de Physioth.* juillet-septembre 1928, p. 264.

Holmes. — Ergosterol and ultra-violet rays. *Brit. J. Tuberc.* oct. 1927, p. 200.

Holweck, F. — Etude énergétique de l'action biologique de diverses radiations. *C. R. Acad. Sc. Paris,* 1930, p. 527-529.

Igonnet. — Note sur l'épuration des eaux par la lampe en quartz à vapeur de Hg. *Soc. de méd.* Vauchyse 1910, p. 309.

Jeune. — L'Héliothérapie artificielle. *Thèse* de Lyon, 1917.

Jordan, Doisy. — *Proceeding society. Experimental Biology and Medecine,* 1926, t. 24.

Kramer (B). — Rickets in infants ; treatment with irradiated milk. *Amér. journ. of dos. of children,* 1925, XXX, p. 195-198.

Kreussber. — Drude's. Ann. T. VI, 1901, page 412.

Lacassagne, A. — Différence de l'action biologique provoquée dans les levures par diverses radiations. *C. R. Acad. SCI.* Paris, 190, p. 524, 526, 1930.

Lambling (E.). — *Précis de Biochimie,* 3e édit. Paris, 1921, p. 464.

De Launay, Martel et Boujean. — Procédés basés sur l'emploi des Ultra-Violets pour la stérilisation des eaux. Le sol et l'eau, fascicule 2 du *Traité d'Hygiène de Martin Brouardel, Chantemesse et Mosny,* 1925, page 475.

Lemoine. — Les rayons ultra-violets et la stérilisation des eaux de boisson. *J. de Prat.* 1910, p. 529.

Librecht. — Contribution à l'étude du rôle biologique du K. sur le cœur. *Arch. Intern. Physiol.* XV, pp. 352 et 446.

Ch. Livon. — Action des vieilles solutions d'adrenaline. *C. R. Soc. Biol.* 1904. 2. 56. 1, p. 125.

Lenard. — De l'action de la lumière ultra-violette sur les corps gazeux. *Annalen der Physik,* 1900, t. I. P. p. 499 et t. III, p. 298.

Ludwig et Ries. — *Zentratblat füf Gynakologie.* Janvier 1931, p. 137.

Lutz et Wyman. — Augmentation of the vascular responses of the cat to successive vasomotor stimuli of equal values. *Americ journ. of Physiol.* 1925, 74, pp. 215-216.

Lymann. — La spectroscopie de l'extrême ultra-violet. Londres, 1914. Traduction Rivière. Paris, 1924. Alcan, édit.

Lyon et D. Murray. — Does the, reaction to adrenalin obey Weber's law ? *Journ. of Pharmacol.* 1923, XXI. pp. 229-235.

Macaigne. — *Précis d'Hygiène. J. B. Baillère et Fils.* Paris, 1922.

H. Mager. — *Les Eaux Souterraines.* 1912.

Marfan. — Thérapeutique du rachitisme (*Paris Médical,* 5 nov. 1927, p. 358).

Marinier. — L'Ozone où l'Ultra-Violet comme agents de Stérilisation des eaux potables. (*Revue d'Hygiène,* 1913, page 24).

H. Matout. — Propriétés physiques des Ultra-Violets. (*Presse Médicale* du 12 janvier 1910, p. 25).

Mines (G. R.). — *Journal of physiologie* XLIV, 188.

— On the replacement of calcium in certain neuromuscular mechanisme, by, allied substances. *Journ. of Physiol.* 1911, XLII, p. 251.

Monpillard. — Etude relative aux sources de lumière artificielle et aux verres utilisés en lunetterie au point de vue des radiations ultra-violettes. *Soc. d'Ophtalm. de Paris,* 5 avril 1910.

Mouriquand. — Lait sec irradié et rachitisme expérimental. (*Soc. med. hôp. Lyon,* 21 juin 1927).

Muller. — Stérilisation des eaux par les Ultra-Violets. *Arbeiten Aus dem Kaiserl Gesund.* 1913. Band XLIII,

Heft 3 In *Munch Med-Wochens*, 18 février 1913.

Moriquand Bernheim et Puig. — La fixation du calcium au moyen de l'ergostérine irradiée (*Société de Chirurgie de Lyon*, 21 juin 1928).

Nicloux (M) et Roche (J). — Sur la teneur en oxygène de la méthémoglobine.

Th. Nogier. — La stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. *Soc. médicale, Lyon* 1909, p. 432.

— La stérilisation de l'eau potable par les rayons ultra-violets. *Hygiène*, 1910, p. 23, 405.

— La stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. *Lyon Médical*, 1910, p. 73.

— La stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. *Presse Médicale*, 1913, p. 612.

— L'étrange lumière de Wood, son historique, ses effets, ses applications. *Soc. Méd. des Hôp. de Lyon*, séance du 3 février 1925.

Oliver et Schafer. — The physiological effects of extracts of the suprarenal capsules. *Journ. of Physiol.* 1895, XVIII, p. 230.

Pech. — Action d'antagonisme de certaines radiations. *Académie des Sciences*, 25 mars 1920.
Eclairage pratique et radiations. *Presse Méd.* 1er Mars 1924.

Les radiations en biologie. La photothérapie, *Presse Médicale*, 21 mai 1924.

— Les radiations en biologie. A propos de la photothérapie. *Presse Médicale*, 17 octobre 1925.

Pfluger. — *Physik ZS.* T. V. 1904, p. 215.

Perkins, Roger G. and Henri Welch. — Bactéricidal action of ultra-violet light from a series carbon arcs with known spectra. I. Effect of very short exposures. II. Resistance in relation to determination of end point. *J. prevent. Med.* 3, 363-376 (1929).

Pougnet. — Actions physiques, chimiques et biologiques des rayons ultra-violets. *Thèse de pharmacie*, Paris 1922.

Saidmann. — Les rayons ultra-violets en thérapeutique, (Paris, Doin 2° édition 1928 in-8° XII, 840 p.) (Technique p. 208) p. 275. Propriétés thérapeutiques des substances irradiées, p. 493. Traitement du rachitisme par les substances irradiées. Aliments cités.

Saidman (J). — Les rayons ultra-violets en thérapeutique. Paris, 1925, 580 pages, *Doin, édit.*

— Sur l'importance de la longueur d'onde en actinothérapie. *Bull. de la Soc. d'Electrothérapie*, décembre 1924, p. 268.

— Lampe à ultra-violets, portative. *Soc. Franç. d'Electrothérapie*, février 1925.

— La Polyradiothérapie. Ses principes, ses indications. *Journal Médical Français*, septembre 1925.

Santoliquido. — Notes sur la stérilisation des eaux potables au moyen de l'ozone et des rayons U. V. (*Communiqué à l'Office international d'Hygiène publique. Bul.* 1912).

Schanz (de Dresde). — La teneur de la lumière en ultra-violets. *Von Graefe's Arch. f. Opht.* t. 103, pp. 158-181.

Schwartz et Aumann. — Etude du traitement de l'eau de boisson par les U. V. ; (*Bull. de l'Institut Pasteur*, 30 octobre 1911, N° 20, page 918, et *Arch. Médic. d'Electric.*, 19111.

Schumann. — Photograph. Rundsc'hau, Heft, II, 1892.

Seculic. — Les rayons ultra-violets sont directement visibles. *Poggendorfs. Annalen.*

Simonet. — Le facteur liposoluble A. La croissance et la reproduction. *Thèse Sciences Paris*, 1925.

Solomon. — *La Radiothérapie.* Paris 1923, *Masson, édit.*

Carl Sonne. — Die Abhangigkeit der Lichtbiologischen Reaction. E. Von der Wenllange. (*Strahlentherapie*. Vol. XXVIII, cahier I, pages 44-51.

Staerkle. — Sur la composition des différentes lumières artificielles. *Arch. f. Augenh.* 1904, t. 50, p. 121-145.

Stassano et Lematte. — De la possibilité de conserver intactes les agglutinines dans les bactéries qu'on tue par les U. V. Avantage de ce moyen de stérilisation pour préparer les émulsions bactériennes destinées aux séro-diagnostics. (*Comptes rendus Académie des Sciences* 1911, p. 623).

Supniewski. — *Journal of physiologie*, LXIV, pp. 30-37, 1927.

Supplée. — Propriétés calcifiante et antirachitique du lait séché produit en été et en hiver, irradié ou non. (*Journ. of Biol. chem.* vol. LXXXII, juin 1927, p. 617).

Takamine. — The isolation of the active principle of the suprarenal gland. 1910.

Tanton. — Stérilisation de l'eau de boisson en campagne par les U. V. 1913.

Tournade et Chabrol. — « La contraction de la rate, par excitation du splanchnique, relève d'un double mécanisme : nerveux et adrénalinique. » *C. R. Soc. Biol.* 1924, 29 mars, t. 90, p. 835.

— Un nouvel oncographe splenique. *Soc. Biol.* 31 octobre 1925, t. 93, p. 1099.

Toulant. — Action des rayons ultra-violets sur le segment antérieur de l'œil. *Thèse d'Agrégation. Presses universitaires de France.* Paris 1926.

A. Troller. — La lumière U. V. (*Presse Médicale*, 12 janvier 1910).

Urbain, Scal et Feige. — Sur la stérilisation de l'eau par l'ultra-violet. *Acad. des Sciences*, 1910, p. 548.

— Stérilisation des grandes masses d'eau par l'ultra-violet. *Acad. des Sciences.* 1910, p. 770.

Gabriel Vallet. — Stérilisation des grandes quantités d'eau au moyen des U. V. (*Académie des Sciences* 1910, page 1076.

Vogt (A.). — Critique des différents travaux concernant les verres absorbant les rayons ultra-violets. *Arch. f. Augenh.*, octobre 1909, p. 344.

Vacek et Tomas. — On the photo oxidation of adrenaline. *Biochimical journal*, 1927, tome 21, n° 3, pp.

Welch, Henry, and Roger G. Perkins. — absorption of bactericidal ultra-violet light by screens of known visial opacity. *J. Prevent. Med.* 4, pp. 15, 26 (1930).

Wolmer (H) und Serebrijski (J.) — Photoaktivitäts Studien. V. Die Beziehungen zwischen photographischer und antirachitischer Wirksamkeit. (*Biochem. Zeitsch.*, CLXXVI, 84-91, 1926).

Wood. — L'action des ultra-violets et des infra-rouges sur la fluorescence. *Journ. de Physique*, t. IX, mars 1919, p. 77.

Zwaardemaker, H. und T. P. Feenstra. — Die Wiederbelebung des Herzens mittels weicher Rontgenstrahlen, nachdem es durch die Entfernung seiner permeablen Kaliumsalze zum Stillstand gebracht worden war. *Physiol. Laborat. Univ. Utrecht. Strahlenther.* 36.369. (1930).

Vu et permis d'imprimer :
Alger, le 27 Février 1931.

Vu : Le Doyen,
LEBLANC.

Vu : Le Président de thèse,
Dr CHASSEVANT

Le Recteur,
TAILLIART.

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

INTRODUCTION 19

CHAPITRE PREMIER. — *Propriétés des radiations lumineuses et des rayons ultra-violets en particulier* 22

Tableau des Longueurs d'Onde 25

CHAPITRE DEUXIEME. — *Application du pouvoir abiotique des radiations à la stérilisation de l'Eau* 35

CHAPITRE TROISIEME. — *Action complexe de la lampe à vapeur de Mercure sur le cœur isolé* .. 50

CHAPITRE QUATRIEME. — *De l'action du rayonnement ultra-violet sur deux hormones, la Folliculine et l'Adrénaline* 59

PREMIÈRE PARTIE. — Action des Rayons ultra-violets sur l'hormone folliculaire 61

DEUXIÈME PARTIE. — Action de l'irradiation ultra-violette sur l'adrénaline 75

CONCLUSION 87

BIBLIOGRAPHIE 91